

# MAGYAR Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1977. XVIII. ÉVFOLYAM, 2. SZÁM

**TARTALOM**

<i>Karas Gyuláné — Nagy Zoltán — Pázsit Imréné: A magnetotellurikus módszer új lehetőségei a digitális technika alkalmazásával</i>	41
<i>Greutter Antal: Földi hőáram Edelényben</i>	48
<i>Czeplédi István — Gellért Tamás — Markó László — Réz Ferenc: Karotázs-értelmező programrendszer tervezése a TPA 70 számítógépre</i>	56
<i>Rumpler János — Szilágyi Lajos — Várkonyi László: Szeizmikus kísérleti mérések az „AIR-GUN” rengéskeltő berendezéssel</i>	64
<i>Dörnyei Piroska — Kaszner Ernésztin — Sághy György — Véges István: „AIR-GUN” és robbantásos gerjesztésű mérések összehasonlítása</i>	70
Lapszemle, könyvszemle	47, 55, 63, 78
EGYESÜLETI HÍREK	77

---

*Főszerkesztő:* Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

*Szerkesztő bizottság:* Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeplédi István, Deres János, Gerzson István, Hursán László, Lakatos Sándor, Dr. Posgay Károly, Rádlér Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

*Szerkesztőség címe:* 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félem. 17. Postafiók 240.

# A magnetotellurikus módszer új lehetőségei a digitális technika alkalmazásával\*

KARASNÉ TAMÁS ZSUZSA\*\* – NAGY ZOLTÁN\*\* –  
PÁZSIT IMRÉNÉ\*\*\*

A fotoregisztrációs úton rögzített magnetotellurikus mérések dinamika- és frekvenciatartománya miatt bizonyos földtani szerkezeti problémáknál olyan nyitott kérdések maradtak, amelyek megoldására a módszer elvileg alkalmas lenne. A módszer nyújtotta informatív lehetőségek hatékonyabb kihasználását a műszerzettség fejlesztése, a digitális jelrögzítés és az indukciós szondák alkalmazása jelentette.

Az előadás röviden ismerteti az OKGT GKŰ-ben alkalmazott digitális magnetotellurikus mérési eljárást, valamint az ehhez kapcsolódó adatfeldolgozást, melynek programját az ELGI fejlesztette ki. Bemutatja a kapott eredmények geofizikai és földtani értelmezését, kihangsúlyozva azt a többletet, amelyet az új mérés technika nyújt a földtani szerkezetek megismerésében a hagyományos magnetotellurikus mérésekkel szemben.

Terepi példákat mutatunk be az első hazai mérésekről. E példák kapcsán rámutatunk arra, hogyan válik a módszer perspektivikussá az új technika alkalmazásával szénhidrogénkutatásra, regionális kutatásra, az üledék-összetben előforduló inhomogenitások vizsgálatára.

Измерения проведенные фоторегистрационными магнитотеллурическими приборами из-за узкого диапазона частоты при определенных геолого-структурных проблемах оставляют нерешенные вопросы, хотя теоретически этот метод пригоден для таких целей. Повышение эффективности метода оказалось возможным с помощью усовершенствования прибора, употребления техники цифровой регистрации и индукционных зондов.

Доклад занимается методом измерений магнитотеллурическим прибором с цифровой регистрацией, в распоряжении ГТНГПРП, и связанной с этим обработкой на вычислительной машине разработанной в МАЭЛГИ.

Ознакомляет с геолого-геофизической интерпретацией результатов, подчеркивая те добавочные данные получение которых возможно только с использованием нового прибора.

Представим полевые примеры первых отечественных измерений. С помощью этих примеров укажем перспективность метода в разведке углеводородов, выяснений региона примеров укажем перспективность метода в разведке углеводородов, выяснений региональных геологических проблем и изучений неоднородностей в толще отложений.

The limited dynamic- and frequency range of magnetotelluric measurements using analog recording in certain geological structural problems has left open questions although theoretically the method would be suitable to solve these problems. The improvement of instrumentation and adoption of digital recording technique, as well as the use of the inductive probes opened up new vistas to a more effective utilization of the informative possibilities of the method.

The report introduces the digital magnetotelluric measuring method applied at the Geophysical Exploration Co. of the Hungarian Oil and Gas Trust (OKGT GKŰ), Budapest, Hungary and the computerized data-processing worked out at the Hungarian Geophysical Institute "Roland Eötvös", Budapest, Hungary, the geophysical and geological interpretation of the results obtained emphasizing the surplus provided by the new measuring technique in the determination of geological structures, compared with conventional methods.

Case-histories of the first measurements in Hungary are presented pointing out how the method becomes perspective in hydrocarbon- and regional prospecting, as well as for the analysis of inhomogeneous occurrences in sedimentary formations.

A variométereket és fotoregisztrálást alkalmazó hagyományos magnetotellurikus mérőberendezések dinamikatartománya és frekvenciatartománya nem tette lehetővé, hogy a módszer alapján elméletileg nyerhető információk a gyakorlat számára is hozzáférhetőek legyenek.

\* Elhangzott 1976. szept. 14–18. – a 21. Szimpóziumon Leipzigben.

\*\* OKGT Geofizikai Kutató Üzem Budapest.

\*\*\* M. All. E. L. Geof. Int. Budapest



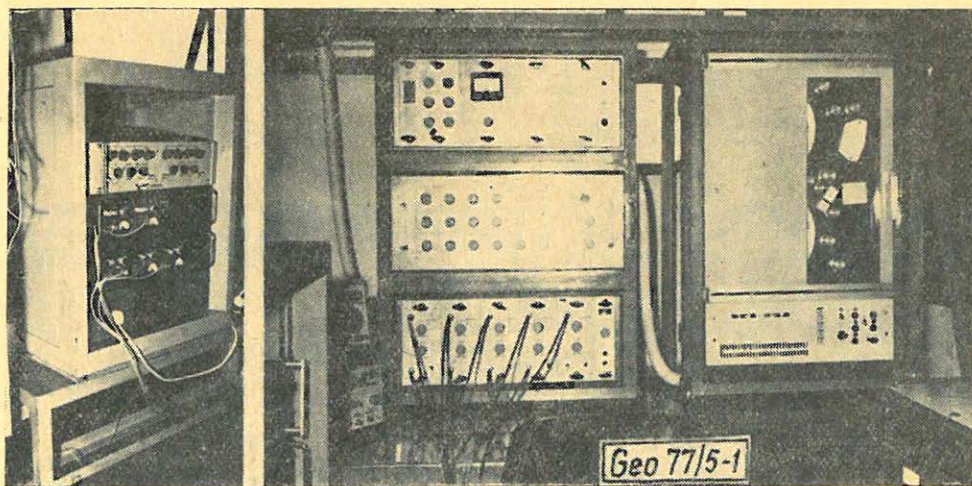
A fotoregisztrációs magnetotellurikus méréseknél a szondázási görbék periódusidő-tartománya általában  $10-200\text{sec}$ -ig terjed. Az adott periódusidő-tartomány információtartalma változatos szerkezeti- és ellenállásviszonyok mellett nagyon eltérő lehet. Leggyakrabban azonban a szondázási görbék alapján a szűk frekvencia-intervallum miatt csupán az eredő vezetőképeességet lehet meghatározni abban az esetben, ha az  $S$  intervallum az említett periódusidő-tartományba esik. Kedvezőtlen esetben – ha például az üledékes összletben nagy ellenállású betelepülés található – a kiértékelés téves következtetésre vezethet. A szondázási görbe minimumpontjának hiányában elméleti görbeseregekkel való összehasonlításra, azaz kvantitatív kiértékelésre nincs lehetőség.

Nyilvánvalóvá vált, hogy a módszer hatékonyságának (geofizikai információ-tartalmának) jelentős mérvű növelése széles dinamika- és frekvencia-tartományt átfogó, digitális jelrögzítésű mágnesszalagos műszer alkalmazásától és az adatok korszerű számítógépes feldolgozásától várható.

A *DMT-1* elnevezésű digitális magnetotellurikus mérőberendezés nyugati import és hazai műszerfejlesztés eredményeként valósult meg 1974-ben.

A műszer 3. fő részből tevődik össze:

1. magnetotellurikus analóg műszer, amely a mérőelektródákat, a térérzékelő indukciós szondákat és az előerősítőket tartalmazza. Gyártó cég: GEOTRONICS Co; USA, Texas, Austin;
2. digitális illesztőegységek, ötcsatornás szűrőegység, multiplexer,  $A/D$  és  $D/A$  konverter, formátumegység. Készült a MÁELGI-ben;
3. *SDT-252* típusú 16 sávú digitális jelrögzítésű magnetofon. Készült a MÁELGI-ben.



1. ábra – puc. – Fig.

*DMT-1* műszer – Аппаратура типа *DMT-1* – Magnetotelluric equipment type *DMT-1*.

A berendezés alapvető előnye a hagyományos műszerrel szemben, hogy variométerek helyett indukciós szondákat alkalmaz. A mágneses jel erősítése



1800 – 180 000-szeres három fokozatban, a szonda érzékenysége 2 Hz-en 0,1 – 10,0 V/γ. A mérhető frekvenciatartomány D.C. – 0,1 Hz-ről D.C. – 24 Hz-re bővült. A dinamikatartomány a fotoregisztációhoz képest 20-szorosra növekedett. A digitális mágnesszalagos jelrögzítés közvetlen számítógépes feldolgozást tesz lehetővé.

A mérőberendezés gépkocsira szerelt klimatizált műszertérben van elhelyezve, amelynek képe az 1. ábrán látható.

Mérésnél a 20 – 0,002 Hz-ig terjedő frekvenciatartományban a magnetotellurikus jel rögzítését négy frekvenciasávban a következő mintavételi időközökkel végezzük:

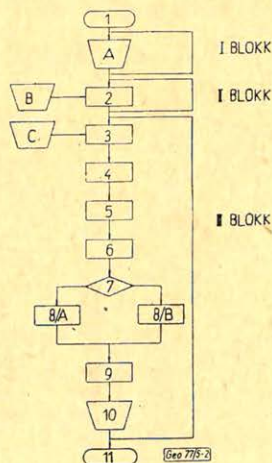
- |                     |          |                        |            |
|---------------------|----------|------------------------|------------|
| 1. sáv 20 – 1,5 Hz  | 4 msec,  | 3. sáv 0,25 – 0,02 Hz  | 256 msec,  |
| 2. sáv 3,5 – 0,1 Hz | 16 msec, | 4. sáv 0,02 – 0,002 Hz | 2048 msec. |

A felvételek időbeli hosszúsága és formátuma a M – 32 számítógépen működő és a MÁELGI-ben készített feldolgozó és kiértékelő programhoz igazodik.

A digitális regisztrátumok számítógépes feldolgozásánál a matematikai sávszűrésen alapuló Berdicsevszkij-féle legkisebb-négyszetes eljárást alkalmazzuk. Az impedanciatenzor elemeinek meghatározása a szűréssel kapott kváziharmonikus szakaszokból történik. A programcsomag a hagyományos analóg magnetotellurikus mérések számítógépes feldolgozásához képest nem tartalmaz elvi változtatásokat, azonban lényegesen módosult a digitális felvételezési technika követelményeinek megfelelően. A feldolgozás főbb elvi lépéseit a 2. ábra folyamatdiagramja mutatja.

2. ábra – puc. – Fig.

A feldolgozás folyamatábrája – Блок схема обработки данных – Processing flow-chart: 1. beadás-Ввод – input, 2. konvertálás – Преобразование-conversion, 3. beolvasás ellenőrzése – Контроль считывания – data-checking, 4. szűrőfüggvények generálása-Производство функций фильтрации-computation of filter functions, 5. adatsorozat komplex szűrése – Комплексная фильтрация комплекта данных-complex filtering of data, 6. koherenciaszámítás – Вычисление когерентности-computation of coherency, 7. koherencia vizsgálat – Изучение когерентности coherency check; igen-da-Yes := 8/b: nem-net – No: = 8/b 8/a. impedanciaszámítás- 8/a Вычисление импед.-computation of impedance, 8/b. impedancia közelítő számítása- 8/б Приблизительное вычисление импеданса -approximate computation of impedance, 9. impedancia forgatása, polárdiagram elkészítése – Поворот импеданса, изготовление полярных диаграмм-rotation of the impedance, construction of the polar diagram, 10. nyomtatás – Печатание-print-out, A) négycsatornás, mágnesszalagos terepi felvétel – A) Полевая съемка на четырехканальную ленту-four-channel field tape, B) kiegészítő adatok – Б) Дополнительные данные auxiliary data, – C) vezérlő adatok – C) Управляющие данные-data for control.



A mágnesszalagon az egyes mérési adatok ún. fejléccel kezdődnek, ez tartalmazza a mérés azonosítóját és a feldolgozáshoz szükséges paramétereket. A terepi mágnesszalagok számítógépbe történő beadása az SDC – 15 beadóegységen át megy végbe, amelyet az ELGI eredetileg a szeizmikus mérési adatok beadásához fejlesztett ki.

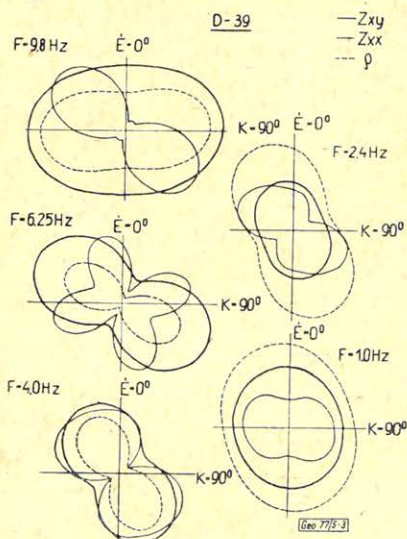
Olvasóparancsra M – 32 memóriányi adat másolódik át gépi mágnesszalagra (1. blokk). A beolvasás szakaszos, az átfedések kiküszöbölése, a fejléc



elemek és mérési adatok konvertálása a 2. *blokkban* megy végbe. A feldolgozás maximálisan 40 000 adattal végezhető. A program további része (3. *blokk*) tartalmazza azokat a szükséges lépéseket, amelyek lehetővé teszik az impedancia-tenzor meghatározását a legkisebb-négyzetes eljárással, illetve az amplitúdó- és fázis-görbék előállítását a különböző frekvenciákra és irányokra. Az algoritmusok tartalmazzák a bithibák korrekcióját, az optimális szűrőszámítást, a komplex szűrést, a megbízhatóság kritériumának meghatározását (a koherenciaszámítást), végül az impedanciák elforgatásával nyert impedancia-ellipszisek előállítását minden egyes frekvenciára.

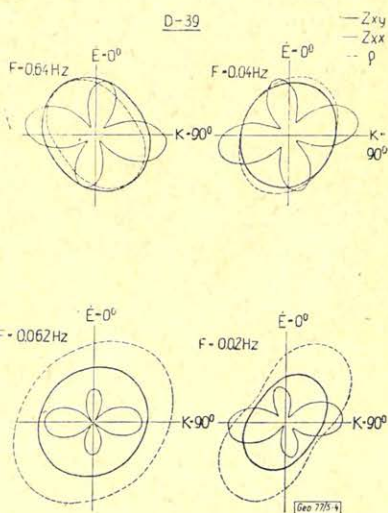
Egy-egy állomáspontra mérési adatainak feldolgozási eredményeként kapjuk a  $Z_{yx}$  fő és  $Z_{xx}$  mellékimpedanciát a frekvenciasorozat minden értékéhez és a  $0^\circ - 360^\circ$  azimutra megszerkesztett polárdiagramokat.

A polárdiagram  $Z_{yx}(\alpha)$  nagytengelyének iránya a maximális ellenállás irányát jelöli ki, a diagram kis-tengelyének iránya pedig a maximális vezetőképességét. A polárdiagram irányának és alakjának a szűrési frekvencia függvényében való változása, valamint ezek területi eloszlása a szerkezeti viszonyok laterális és vertikális megváltozásáról ad képet. Segítségükkel eldönthető, hogy a mérési pont környezete milyen modellként kezelhető. Ebben az értelemben a hullámhosszhoz képest elnyúlt szerkezetet kétdimenziósnek nevezzük, regionálisan definiálható dőlés- és csapás-irányokkal, melyre általában jellemző a kis  $Z_{xx}$  mellékimpedancia-érték. Kétdimenziós szerkezet esetén az  $E$  és  $H$  polarizáció szelektív vizsgálata szükséges. Ilyen modellekre horizontális rétegzettség mellett elméleti görbeseregek állnak rendelkezésre. Kétdimenziós inhomogén közeg esetén a NME Geofizikai Tanszékén Takács Ernő által kifejlesztett numerikus számításokat használjuk fel a kiértékelésnél, ebben az esetben a méréseket előzetes tellurikus areatérkép alapján dőlés-csapás irányba tájoltan végezzük.



3. ábra - puc. - Fig.

D-39 állomáspontra polárdiagramjai  
Полярные диаграммы на точке наблюдения D-39 - Polar diagrams for station D-39



4. ábra - puc. - Fig.

D-39 állomáspontra polárdiagramjai  
Полярные диаграммы на точке наблюдения D-39 - Polar diagrams for station D-39



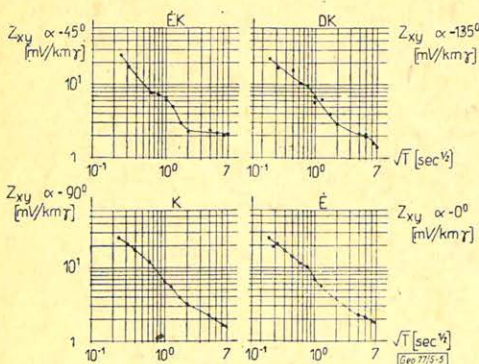
Háromdimenziós nem vízszintesen rétegzett közeg kiértékelése modellezési eredmények felhasználásával történhet.

Geoelektromos méréseink többnyire a szénhidrogénkutatáshoz kapcsolódnak, feladatunk a magnetotellurikus méréseknél is a harmadidőszakú üledékes összlet vastagságának meghatározása, a medencealjzat szerkezeti viszonyainak tisztázása. Másszóval annak eldöntése, milyen az üledékes rétegsor ellenállásának, vezetőképességének eloszlása vertikális és horizontális irányban a medencealjzatig bezárólag. A kapott eredmények egyrészt közvetlen földtani információszerzésre szolgálnak, másrészt a további kutatások tervezésénél, illetve más geofizikai módszerekkel komplex módon értékelve a kutatott terület geofizikai-geológiai modelljének kialakításánál nyernek felhasználást.

A következőkben az első hazai digitális magnetotellurikus mérések eredményeiből mutatunk be példát elsősorban olyan céllal, hogy rávilágítsunk azokra az új információkra, amelyeket az új műszer mérési tartományának jelentős mértékű kibővülése és az adatok számítógépes feldolgozása biztosít a korábbi fotoregisztrációs eljáráshoz képest.

A  $D-39$  állomásponthoz a  $Fel-1$  mélyfúrás közelében települt. A mélyfúrásban a harmadidőszakú nagyellenállású aljzatot  $1000\text{ m}$ -rel mélyebben érték el, mint ahogy azt a területen végzett egyenáramú elektromos szondázások adataiból megjelölték. A digitális magnetotellurikus mérések szondázási görbéi a  $0,02-20,0\text{ Hz}$ -es tartományban a teljes üledéksorról adtak információt. A kapott polárdiagramok a 3. és 4. ábrákon láthatók. A polárdiagram az  $S$  tartományban ( $0,02\text{ Hz}$ -nél) az aljzatra vonatkozóan ad információt, nevezetesen az aljzat dőlésirányát jelöli ki, ez az irány a szeizmikus mérésekből kapott értékekkel megegyezik.

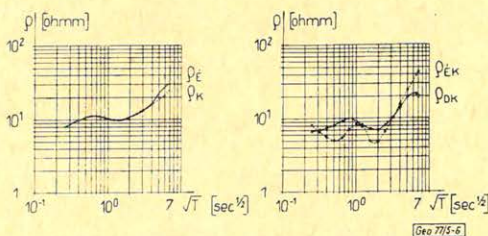
A  $Z_{yx}$  maximális értékének azimutja a frekvencia függvényében megváltozik, ami a rétegek diszkordanciájával, illetve horizontális ellenállásváltozásával kapcsolatos. A szűresi frekvencia függvényében megszerkesztett  $Z_{yx}(T, \alpha)$  impedancia diagram az ebből számított  $\varrho_T$  szondázási görbék az 5. és 6. ábrákon láthatók. A görbéket az impedancia minimum- és maximum-irányaira szerkesztettük. A  $\varrho_T$  görbén a vékony, nagyellenállású réteg betelepülése dőlésirányban észrevehető változást okoz a települési mélységnek megfelelő frek-



5. ábra – puc. – Fig.

$D-39$  állomásponthoz impedancia függvényei – Диаграммы импеданса на точке наблюдения  $D-39$  – Impedance functions for station  $D-39$

$D-39$



6. ábra – puc. – Fig.

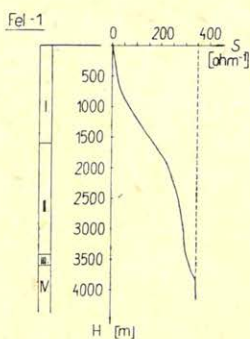
$D-39$  állomásponthoz szondázási görbéi – Кривые зондирования на точке наблюдения  $D-39$ , – Sounding curves for station  $D-39$ .



vencián. (5. ábra  $\bar{E}K$  görbe.) A görbék közelítő értékelésére és a rétegsorban elérhető felbontóképesség vizsgálatára a szondázási görbékből kiszámítottuk az

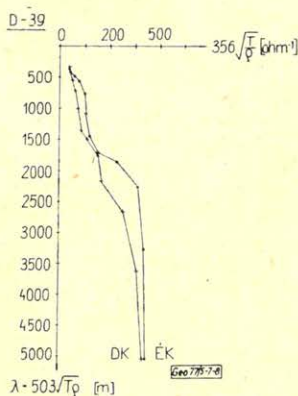
$$S = \sqrt{\frac{T}{\rho_T}} (\lambda_{\text{eff}}) \text{ függvényt, (7. ábra) amely a } H_{\text{eff}} \text{ behatolási mélység függvé-$$

nyében a látszólagos vezetőképesség változását mutatja ( $\lambda_{\text{eff}} = \sqrt{T \cdot \rho_T}$ ). Az  $S$  függvény töréspontjai alapján az üledéksorban elkülöníthetők a különböző fajlagos ellenállású rétegek, a jobboldali aszimptota pedig a nagyellenállású aljzat vezetőképességét adja meg. A fotoregisztrálással készült mérésnél az ilyenfajta interpretációra a műszer frekvencia-átviteli miatt nem volt alkalom, csupán az eredő  $S$  meghatározását lehetett elvégezni és külső kőzetfizikai paraméter birtokában lehetett mélységszámítást végezni.



7. ábra – puc. – Fig.

D-39 állomáspont  $S$  grafikonja – Диаграмма по  $S$  на точке наблюдения  
D-39 – „ $S$ ” plot for station D-39



8. ábra – puc. Fig.

Fel-1 mélyfúrás kumulatív  $S$  görbéje  
Диаграмма для кумулятивных значений по  $S$  в скважине Fel-1 – Cumulate „ $S$ ” curve for bore-hole Fel-1  
I – felső pannon – верхний паннон – Upper Pannonian – II – alsó pannon – нижний паннон – Lower Pannonian – III – miocén – миошен – Miocene – IV – paleozoos gneisz – палеозойский гнейс – Paleozoic gneiss

A mérési eredmények ellenőrzésére a Fel-1 mélyfúrás elektromos karo-tázsszelvényéből elkészítettük a 8. ábrán látható kumulatív  $S$  görbét. Az eredő vezetőképesség ez alapján  $350 \text{ ohm}^{-1}$ , a magnetotellurikus mérésekből meghatározható vezetőképesség  $360 \text{ ohm}^{-1}$ , tehát méréseink vezérszintje valóban a nagyellenállású aljzat. A megnövekedett ellenállású betelepülés hatása a szondázási görbéken és a polárdiagramon érezhető, de olyan frekvenciákon, amely a korábbi technikával nem mérhető. Ez a nagyellenállású közbetelepülés bizonyos frekvenciákon és különösen dőlésirányban átveszi az aljzat szerepét, és az egyenáramú szondázások ezt jelzik aljzatnak.

A nagyellenállású betelepülés nyomkövetése, ellenállás- és vastagság-változásának vizsgálata érdekes lehet a szénhidrogénkutatás szempontjából. Szelvénymenti mérésekkel a nagyellenállású medencealjzat tektonikai viszonyai tisztázhatók, az üledékes rétegsor fajlagos ellenállás szerinti vertikális rányú tagolásával a jellegzetes szintek korrelálására nyílik lehetőség.



- K. Vozoff*: The magnetotelluric method in the exploration of sedimentary basins. *Geophysics* 37 No. 1, 1972 febr.
- D. R. Ward*: An investigation of the magnetotelluric tensor impedance method. The University of Texas at Austin, 1970 jan.
- Takács Ernő*: A magnetotellurikus tér eloszlásának numerikus vizsgálata kétréteges, kétdimenziós szerkezetekre Magyar Geofizika, XV. 1–2. szám, 1974.
- B. K. Matvejev*: Interpretacija elektromagnitnüh zondirovanyii Nyedra, Moszkva, 1974.
- M. N. Berdicsevszkij*: Elektrieszkaja razvedka metodom magnyitelluriceszkovo profilirovanyija. Nyedra, Moszkva, 1968.

## Lapszemle

**Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 109. évf. 3. sz., 1976. március**

*Tóth Miklós–Simon Kálmán*: Indokolt-e hazánkat ásványi nyersanyagokban szegény országnak minősíteni? 153–158 old.

A szerzők leszögezik, hogy a „szegény” kifejezés megfelelő magyarázat nélkül félreérthető.

A cikkben foglalkoznak a nemzeti vagyon részét alkotó ásványvagyonnal, ismertetik az elmúlt évtizedek földtani kutatásainak eredményeit és a távlati ásványi nyersanyagigények kielégítési lehetőségeit. Ásványvagyonunkra nemzetközi összehasonlítást nyújtanak és abból azt a következtetést vonják le, hogy reálisak azok a hazai törekvések, amelyek reménybeli ásvány nyersanyagelőfordulásaink mielőbbi felderítésére, illetve a megismert művelhető hazai ásvány vagyon fokozott és minél teljesebb körű hasznosítására irányulnak.

**Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 109 évf. 5. sz., 1976. május**

*Csókás János*: Vetőkímutatás szénbányák vágataiban geofizikai módszerekkel, 314–319 old.

Széntelepek vetőzónái szeizmikus telephullámokkal és geoelektromos terepszondázással kimutathatók. A szeizmikus telephullámokkal végezhető vetőzónakutatást már több helyen rutinszerűen alkalmazzák és a cikkben ismertetett kísérletek alapján megállapítható, hogy a módszer hazai bevezetésének nincsenek akadályai.

A geoelektromos terepszondázás új kutatási módszer, melyet a szerző és munkatársai elméletileg és modellkísérletekkel alátámasztottak és a Borsodi Szénbányánál már gyakorlatilag is kipróbáltak. A módszer azon a felismerésen alapul, hogy a széntelepes összlet látszólagos ellenállása, ha abban a bányászat szempontjából tekintetbe veendő tektonikai zavar (vető) helyezkedik el, jól mérhetően eltér a zavartalan összletétől.

A telepszondázási eredmények értelmezéséhez felhasználhatók a mérési adatok alapján szerkesztett izoohm térképek és a geoelektromos térrősség grádiensének vektoros ábrázolása is.

**Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 109. évf. 6. sz. 1976. június**

*Németh László–Pálos Miklós–Tót Endre*: Radiometrikus eljárás a jövesztendő szénrétegek minőségének bányabeli meghatározására, 410–416 old.

**Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 109. évf. 8. sz. 1976. augusztus**

*Bodoky Tamás–Lajgut Jenő–Sédy Lóránd–Szeidovitz Győzőné*: Szeizmikus mérések alkalmazásának lehetőségei a szénbányákban, 541–546 old.

A cikk a tektonikai zavarok bányabeli szeizmikus mérésekkel való megállapításának és ezáltal azok előrejelzésének módszerét írja le, elsősorban a szemléletességre törekedve. Ismerteti a mérések fizikai alapjait, végrehajtásuk lehetőségeit és az ez irányú külföldi tapasztalatokat.

T. G.



## Földi hőáram Edelényben

GREUTTER ANTAL\*

*Az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat Edelény környékén lignitkutató fúrásokat végzett. A szerző az E-475. sz. kutatófúrásban az OFKÉV által elvégzett helyszíni geofizikai és geológiai vizsgálatok, valamint saját laboratóriumi méréseinek eredménye alapján meghatározta a földi hőáramot, majd ezt a Kárpát medencében már meglevő geotermikus kutatási eredményekkel összevetve általános értékelést adott a geotermikus kutatások jelentőségéről és eredményeiről.*

*Предприятием по геологической разведке и бурению были пробурены скважины на lignit около с. Эделень. На основании скважинных геофизических и геологических работ, проведенных вышеуказанным предприятием в разведочной скважине № E-475, а также собственных лабораторных измерений автор определил тепловой поток Земли, затем сопоставив его с уже имеющимися в Карпатском бассейне результатами геотермических исследований, дал общую оценку о значении и результатах геотермических исследований.*

*The National Enterprise for Geological Exploration and Boring has conducted exploratory drillings for lignite in the environs of Edelény. Basing on the geophysical and geological investigations conducted on the spot in the exploratory borehole E-475 as well as on his laboratory measurements the author has determined the terrestrial heat flow; then he compared the obtained value with the existing investigation results within the Carpathian basin and he gave a general appreciation of the importance of geothermic research.*

### Bevezetés

A magyar medencében végzett eddigi geotermikus kutatások egységesen magas hőmérsékletgradiens- ( $45-70\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ) és földi hőáram-értékeket ( $2,0-2,7\text{ }\mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$ ) szolgáltatottak [2], [4].

Magyarországon és egyúttal az európai kontinensen az első hővezetőképességmérések, amelyek jelenleg is ezen érdekes geotermikus jelenség vizsgálatát szolgálják, a Soproni Műszaki Egyetemen Boldizsár Tibor egyetemi tanár által alapított geotermikus laboratóriumban 1953-ban indultak meg. Az első mérések alapján számított földi hőáram értékek az  $1,2\text{ }\mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$  értékű világátlag kétszeresét adták. Mind a további hazai, mind pedig az ország területén kívül, de a Kárpát medencében végzett mérések [5] megerősítették azt a nézetet, miszerint a magyar medencében pozitív geotermikus anomália létezik, amely a Kárpátok vonulatán belüli egész területre kiterjed.

Az 1968-70 évek folyamán az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat Edelény környékén több lignitkutató fúrást mélyített le. Az E-475 számú fúrásban megbízható hőmérsékletméréseket és sűrű mintavételezést végeztek, ami lehetővé tette, hogy a geotermikus vizsgálatokat Magyarország ÉK-i részére kiterjesszük.

### Edelény környékének általános geológiája

Edelény vidékétől kezdve a Bódva és Rakaca völgye mentén húzódik a paleozoos képződményekből álló, lekopott tönkhegység, a Szendrői szigethegység, amely DNY felé, a Sajó-völgyi barnakőszénmedence ÉK-i peremén is felszínre bukkan.

\* MTA Bányászati Munkaközösség Miskolc



A Szendrői szigethegység képződményeit a felső karbonhoz sorolják, de a képződmények rétegtani értékelése nem egyértelmű.

Az alsó miocén felszíni elterjedésének DK-i széléhez a felső miocén képviselő, kavics-, homok- és agyagrétegek csatlakoznak, amelyeknek közvetlen fedőjében a szarmata-vulkánosságot bizonyító felső riolittufacsoport is megtalálható.

A hegység DK-i részén, a szarmata terület K-i oldalán, az alsó pannon nagyobb felszíni foltja mutatkozik, de a hegység belsejében, a paleozoos szigetrögök által közrefogva is fellépnek a pannon üledékek. E képződmények Szendrő, Abod, Galvács környékén lignittelepeket is tartalmaznak.

A Bódva és Hernád völgye közé eső Cserehát széles területén a Szendrői szigethegységtől K-re és DK-re, a medence belseje felé kékecsszürke agyag- és fehér homokrétegekből álló felső pannoncsoporthoz mutat nagyobb felszíni elterjedést. Itt a kavics már alárendelt szerepet játszik, vékony lignittelepek itt is jelentkeznek. A hegységtől KÉK-re, a Hernád völgyéig terjedő részen a felső pliocén homokos, homokkőves, kavicsos szárazföldi lerakódásai mutatkoznak kisebb-nagyobb felszíni foltokban.

A Szendrői szigethegységet alkotó képződmények általában ÉK – DNY-i csapásúak, azonban a hegység ÉK-i részében NY – K-i csapásba hajlanak át. A hegység szerkezetét gyűrődés és pikkelyeződés jellemzi. E hegységszerkezet már a felső karbon variszkuszi mozgásai során kialakult.

Edelény környékének geológiai térképét az 1. ábra mutatja, feltüntetve E – 475. sz. fúrást is.

1. ábra. Edelény környékének geológiai térképe Kovács L. nyomán. *Jelmagyarázat:* 1. Holocén. Öntéshomok, iszap, agyag. 2. Pleisztocén. Löss. – 3. Nyírok. – 4. Felső-pannon. Agyag, homok. – 5. Alsó-pannon. Homok, agyag, kavics. – 6. Szarmata: Kavics, homok, agyag. – 7. Burdigalai. Homok, homokkő, kavics, agyag. – 8. Középső triász. Dolomit, mészkő. – 9. Mészkő, márga. – 10. Alsó karbon. Sötétszürke agyagpala és mészkő. – 11. Devon. Szürke agyagpala, kovapala, homokkő. – 12. Fehér vagy szürke féligkristályos mészkő.

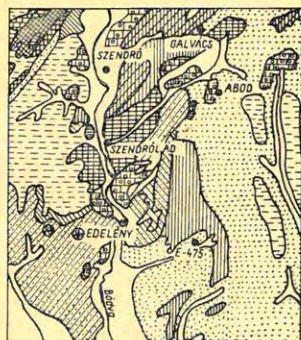


Рис. 1. Геологическая карта окружности с. Эделень по Л. Ковач. *Условные обозначения:* 1. Голоцен. Элювиальный песок, ила, глина. – 2. Плейстоцен, Лöss. – 3. Элювиальная песчаная ила. – 4. Вержний паннон. Глина, песок. – 5. Нижний паннон. Песок, глина, гравий. – 6. Сармата. Гравий, песок, глина. – 7. Бурдигалия. Песок, песчаник, гравий, глина. – 8. Средний триас. Доломит, известняк. – 9. Известняк, мергель. – 10. Пиний карбон. Бемносерые глинистые сланцы и известняки. – 11. Девон. Серые глинистые сланцы, кремнистые сланцы, песчаник. 12. Бедый или серый полукристаллический известняк.

Fig. 1. Geologic map of the environs of Edelény basing on the data of Kovács L. *Legend:* 1. Holocene. Fluvial sand, silt, clay. – 2. Pleistocene. Loess. – 3. Red clay. – 4. Upper Pannonian. Clay, sand. – 5. Lower Pannonian. Sand, clay, gravel. – 6. Sarmatian. Gravel, sand, clay. – 7. Burdigalian. Sand, sandstone, gravel, clay. – 8. Middle Tertiary. Dolomite, limestone. – 9. Limestone, marl. – 10. Lower Carboniferous. Dark-grey shale and limestone. – 11. Devonian. Grey shale, siliceous shale, sandstone. – 12. White or grey half-crystalline limestone.

### Az átfúrt rétegösszlet geológiai jellemzése

Az E – 475. sz. kutatófúrás 631 m mélységig hatolt le, közben az alábbi rétegekről adva felvilágosítást:



0 – 15 m holocén-pleisztocén agyagos homok és agyag  
 15 – 145 m pannon agyag, homok, aleurit, márga, lignittörmelékes homok  
 145 – 343 m szarmata agyag, homok, aleurit, riolittufa, homokkő, lignit  
 343 – 358 m helvét-torton agyag, homok, aleurit  
 358 – 599 m helvét agyag, homok, homokkő, kavics, aleurit, barnakőszén  
 599 – 625 m burdigál homokos kőzetliszt, alaphegységi kőzettörmelék  
 625 – 631 m devon szericites mészkő, meszes szericites agyagpala

Az alaphegységi kőzettörmelék már kb. 612 m mélységben megjelenik.

#### Hőmérsékletmérések az E – 475 sz. fúrásban

A hőmérséklet mélységbeli változására a termoszelvény jó áttekintést ad, az eredeti talphőmérséklet pontos értékét a maximum-hőmérővel nyert adatok szolgáltatják.

A talphőmérséklet-méréseket 3 higanyos maximum-hőmérővel végezték, 0,1 °C leolvasási pontossággal. A 3 hőmérővel mért értékek átlagaként 626 m mélységben 47,0 °C hőmérséklet adódott.

E területen a felszíni átlaghőmérséklet + 11 °C, így a hőmérsékletgradiens értéke:

$$\frac{\Delta T}{H} = \frac{47 - 11}{0,626} = 57,51 \text{ } ^\circ\text{C/km}$$

#### Hővezetőképesség-mérések

1. táblázat – таблица – Tabelle

Hővezetőképesség- és porozitásmérések

A minta szár- maztatási mélysége (m)	Mélységhatárok (m)	Mélységköz H (m)	Hővez. kép. $\lambda$ cal/cm s°C	Porozitás $\phi$
	0			
15	19,00	19,00	0,002091	0,23
23	34,25	15,25	0,002295	0,21
45,5	51,75	17,50	0,002580	0,23
58	79,00	27,25	0,001557	0,33
100	110,20	31,20	0,001308	0,30
120,4	164,95	54,75	0,001837	0,30
209,5	229,75	64,80	0,002776	0,17
250	289,25	59,50	0,003640	0,07
328,5	427,25	138,00	0,003769	0,39
526	533,50	106,25	0,002659	0,22
541	559,50	26,00	0,002540	0,19
578		66,50	0,002720	0,17



Az *E-475* sz. fúrásból származó magmintákon hővezetőképesség-méréseket végeztünk. A sűrű mintavétel és a vizsgálandó minták nagy számban történt kiválasztása ellenére az erős morzsalékosság miatt csupán *12 mag* volt alkalmas vizsgálat elvégzésére.

A hővezetőképesség-méréseket stacioner módszerrel végeztük. Hővezetőképesség-mérések mellett porozitásméréseket is végeztünk. A mérések eredményeit az *1. táblázat* tartalmazza. Hővezetőképesség-méréseink közvetlenül csupán a légszáraz anyag hővezetőképességét adták meg. A kőzetanyag pórus-térfogatát kitöltő rétegfolyadék hatásának figyelembe vételére a mért értékeket a porozitás értékének segítségével korrigáltuk [8]. A számítás eredményeit a *2. táblázat* tartalmazza.

2. táblázat — таблица — Tabelle

Korrigált hővezetőképesség-értékek

Mélységköz $\Delta H$ (m)	Korrektíós tényező $\beta = 1 + 4,84 \cdot \psi$	Korrigált hővezetőképesség-értékek $\lambda_i = \beta \lambda$ (cal/cm s °C)	Számítás $\frac{\Delta H_i}{\lambda_i}$
19,00	2,113	0,004418	430058,9
15,25	2,016	0,004627	329587,2
17,50	2,113	0,005452	320983,1
27,25	2,597	0,004044	673837,8
31,20	2,452	0,003207	972871,8
54,75	2,452	0,004504	1215586,1
64,80	1,823	0,005061	1280379,4
59,50	1,339	0,004874	1220763,2
138,00	2,888	0,010885	1267799,7
106,25	2,065	0,005491	1934984,5
26,00	1,920	0,004877	533114,6
66,50	1,823	0,004959	1340996,2

$$\Sigma \frac{\Delta H_i}{\lambda_i} = 11,5209625 \cdot 10^6$$

Ha az átfúrt réteggösszetet geometrikus szempontból koronként vesszük figyelembe, az egyes, különböző korú rétegekre az egyedi vizsgálatok alapján az alábbi átlagos hővezetőképességeket kaptuk:

0 — 145 m pannon	0,004375 cal/cm s °C
145 — 343 m szarmata	0,006940 cal/cm s °C
343 — 599 m helvét	0,005109 cal/cm s °C

A hővezetőképesség ezen értékeivel, a hozzájuk tartozó mélységközökre, az azokhoz tartozó mélységi hőmérsékletek pontos ismeretében meghatározhatók az egyes réteggösszetetekre vonatkozó egyedi földi hőáramértékek, amelyek segítséget adnak a fúrás teljes szelvényében kialakult hőmérsékletviszonyok vizsgálatához.

*A földi hőáram számítása*

A földi hőáram kiszámításához az alábbi összefüggést használtuk:

$$q = \frac{\Delta T}{\sum \frac{\Delta H_i}{\lambda_i}},$$

ahol

$\Delta T$  = hőmérsékletkülönbség a vizsgált szelvényben, °C,

$\lambda_i$  – a  $\Delta H_i$  vastagságú egyedi rétegek hővezetőképessége, cal/cm s °C.

A földi hőáram értéke a 2. táblázat adatai alapján:

$$q = 3 \cdot 13 \text{ } \mu\text{cal/cm}^2 \text{ s.}$$

Topografikus korrekciót nem végeztünk, tekintettel arra, hogy a terep felszíni domborzata nem mutat olyan szintváltozásokat, amelyek azt szükségessé tennék.

### Következtetések

Az  $x = 48^\circ$  és  $y = 20^\circ 46'$  földrajzi koordinátájú edelényi E-475. sz. kutatófúrásban végzett hőárammérés  $3,13 \text{ } \mu\text{cal/cm}^2 \text{ s}$  értékével tovább gyarapítja a Kárpát medencéről nyert hőáram-ismereteinket.

A Kárpát medencében mért és ez ideig publikált hőáram-értékeket a 3. táblázat tartalmazza [1], [3], [6], [7].

3. táblázat – таблица – Tabelle

Hőáramértékek a Kárpát medencében

Hely	Koordináták		Hőáram	Szerző
	x	y	$\mu\text{cal/cm}^2 \text{ s}$	
Zobák .....	46°11'	18°14'	3,31	Boldizsár
Nagylengyel .....	46°46'	16°45'	1,9 – 2,0	Boldizsár
Hosszúhetény .....	46°10'	18°22'	2,49	Boldizsár
Banska Stiavnica .....	48°27'	18°53'	2,66	Boldizsár
Hajdúszoboszló .....	47°26'	21°23'	2,2 – 2,6	Boldizsár
Bakonya .....	46°05'	18°05'	2,46	Boldizsár
Szentendre .....	47°41'	19°05'	2,01	Boldizsár
Zalush .....	48°24'	22°42'	2,60	Lubimova
Malacky .....	48°27'	17°00'	1,57	Cermak
Láb .....	48°23'	16°57'	2,22	Cermak
Kolárovo .....	47°56'	18°01'	2,32	Cermak
Ptruksa .....	48°29'	22°04'	2,45	Cermak
Stretava-5 .....	48°37'	22°03'	2,70	Cermak
Stretava-7 .....	48°36'	22°04'	2,70	Cermak
Edelény .....	48°18'	20°46'	3,13	jelen szerző

A Magyar Tudományos Akadémia Bányászati Munkaközösségének Geotermikus Laboratóriumában (Miskolc) 1974–75. folyamán hőáramméréseket végeztünk csehszlovák területen mélyített 1500–2000 m mélységű fúrásokban. A mérések eredményeit a 4. táblázat közli.

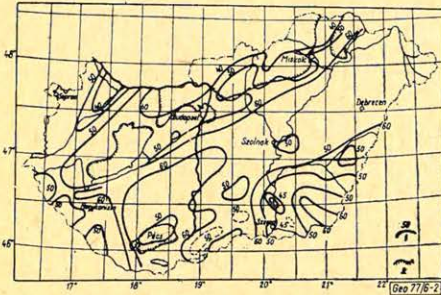
A magyar medencében végzett geotermikus kutatások eredményeként itt említhető Magyarország hőmérsékletgradiens-térképe, amelyet a 2. ábra mutat [9].

A magyar medence földi hőáram térképét Boldizsár [9] szerint a 3. ábra mutatja.



## Legújabb hőárammérések Szlovákiában

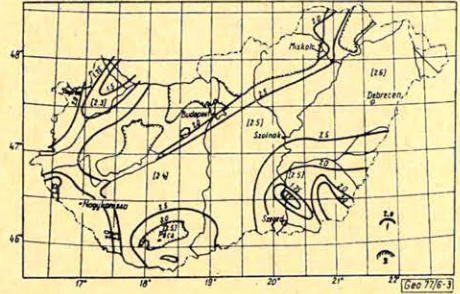
Hely	Földrajzi koordináták		Hőáram
	x	y	$\mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$
Streda nad Bodrogom .....	48°23'	21°44'	2,57
Topolníky .....	47°58'	17°48'	1,71
Chorvatsky Grob .....	48°18'	17°15'	1,2 – 1,7
Kralova pri Senci .....	48°11'	17°23'	1,98
Bratislava Rusovce .....	48°04'	17°09'	1,45



2. ábra. A magyar medence hőmérsékletgradiens térképe (1. Hőmérsékletgradiens,  $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . 2. Miocén és idősebb korú képződmények felszíni kibúvásai)

Рис. 2. Карта температурных градиентов в Венгерском бассейне (1. Температурный градиент,  $^{\circ}\text{C}/\text{км}$  – 2. Выходы формаций миоцена и более древних возрастов на дневной поверхности).

Fig. 2. Temperature-gradient map of the Hungarian basin. (1. Temperature gradient,  $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . 2. Miocene and older formations in surface outcrops)



3. ábra. A magyar medence földi hőáram térképe. A zárójeles földi hőáramértékek az alaphegység topografikus hatásától mentes regionális mélységi hőáram valószínű értékét jelzik (1. Hőmérsékletgradiens  $^{\circ}\text{C}/\text{km}$  – 2. Miocén és idősebb korú képződmények felszíni kibúvásai)

Рис. 3. Карта теплового потока земли в Венгерском бассейне. Значения теплового потока земли в скобках показывают вероятное значение регионального глубинного потока тепла, свободное от топографического эффекта фундамента.

Fig. 3. Terrestrial heat-flow map of the Hungarian basin. The heat-flow values in brackets indicate the probable values of the heat-flow at depth free from the topographic effect of the basement. (1. Temperature gradient  $^{\circ}\text{C}/\text{km}$  – 2. Surface outcrops of miocene and older formations)

A földi hőáram-térkép az Északi Középhegység lábánál  $2,0 - 2,5 \mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$  értéket mutat. Ehhez képest a közeli, edelényi  $3,13 \mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$  érték nagyonak tűnik.

Ennek okát keresve, elsősorban ki kell zárunk a felszíni topografikus hatásokat, amelyek, mint már azt az előbbieken említettük, elhanyagolhatók. Ezzel szemben lényeges körülményként kell számításba venni azon tényt, miszerint a fűrés, melyre nézve a hőárammérés történt, már  $612 \text{ m}$  mélységben elérte az alaphegységet. Az alaphegység emelkedése és magas elhelyezkedése lehet az az ok, amellyel a mért anomália magyarázható. A jó hővezetőképességű alaphegység felemelkedett helyzetben több belső hő feláramlását teszi lehetővé,



mint a mélyebb helyzetben levő nagy vastagságú, kisebb hővezetőképességű harmadkori üledékekkel fedett alaphegység-rögök. Ezt a jelenséget, az alaphegység topográfiájának hatását a felszíni hőáramra másutt is felderítettük. Legjobb példa erre a makói árok és az Orosháza – Pusztaszentlászlói hátság (2. és 3. ábrák).

A Kárpát-medence pozitív geotermikus anomáliája, amelyből kedvező geotermikus energetikai adottsága is következik, határozottan szembeötlik, ha a szárazföldi hőáramnak 1976-ban a World Data Center A által készített világtérképét [10], amelyen minden eddigi, világszerte végzett hőárammérés feltüntetésre került, megvizsgáljuk. Megállapítható, hogy Európában a legnagyobb kiterjedésű, eddig ismert pozitív geotermikus anomália a Kárpát-medence belsejében, hazánkban és az ahhoz szorosan csatlakozó területeken található. Kisebb kiterjedésűek a Kaukázus ÉK-i lejtőjén és Örményországban felfedezett területek, valamint a Rajna-árok környékén észlelt pozitív anomália.

Geotermikus energetikai kutatások révén jelentős geotermikus anomália vált ismeretessé az Appeninek *DNy*-i szárnyán Pisától Nápolyig, amelyhez a Tirreni tenger medencéjében mért nagy földi hőáramok is kapcsolódnak. Úgy látszik, hogy az Appeninek, valamint Szicília és Szardínia között levő medencében egyenletesen nagy földi hőáram észlelhető, ami bizonyos analógiát mutat a Kárpát-medence belsejében, különösen hazánkban részletesen észlelt nagy földi hőárammal.

Az ázsiai és afrikai kontinensen, valamint Dél-Amerikában végzett hézagos mérések szerint jelentős kiterjedésű pozitív anomália ez idő szerint nem ismeretes. Nagy területű pozitív geotermikus anomáliák találhatók még Észak-Amerika *Ny*-i részén, a Sziklás hegység és a Great Basin egyes területein is.

### *A geotermikus vizsgálatok tudományos és gazdasági eredménye*

Mai ismereteink szerint tehát a Kárpátok és a Dinaridák övezte medence a szárazföldek területén világviszonylatban megismert, nagy földi hőárammal kitüntetett területek között a legnagyobb méretű és a legrészletesebben felkutatott terület. A pozitív geotermikus anomália felfedezése nemcsak nagy geofizikai jelentőségű, melynek nemzetközi visszhangja sem maradt el, hanem ennek az anomáliának a mérésekkel végzett felismerése révén kezdeményezés is történt a medencében tárolt óriási térfogatú forró vízmennyiség nagy energiataartalmának energetikai célú kitermelésére [11]. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság által támogatott nagyszabású munkálatok eredményeként ma Magyarország a geotermikus energiát hasznosító országok között vezető helyet foglal el.

Az Olajtermelési Tanszék legújabb geotermikus energiakészlet-felmérése alapján a magyar medence felső-pannon üledékeiben tárolt hőmennyiség értéke  $768 \cdot 10^{18}$  cal. Ez az energiamennyiség a felső-pannon rezervoár 1000 m mélység alatti  $17\,490\text{ km}^3$  üledéktérfogatában levő  $3470\text{ km}^3$  forróvízben tárol. Összehasonlításként megjegyezzük, hogy a Kaliforniai The Geysers gőzmező, amely jelenleg 600 MW villamos energiát termel, az US Geological Survey 1975. évi készletbecslése szerint  $18,9 \cdot 10^{18}$  cal hőmennyiséget tartalmaz. Így a magyar medencében megismert és körülhatárolt geotermikus energiamennyiség jelenleg az egész világon eddig ismert geotermikus mezők között a legnagyobb hőtartalommal rendelkezik.



Jelenleg 151 db, 60–99 °C hőmérsékletű, nagy energiájú geotermikus kutunk hőtéljesítménye 860 MW. Ebből 290 MW ténylegesen hasznosítva van.

A magyar medence geotermikus anomáliájának felfedezése a nemzetközileg is elismert tudományos eredmény mellett lehetővé tette a geotermikus energia-termelés hazai kifejlesztését fűtési célokra és ezzel nagy lehetőség nyílt meg arra, hogy a fontosabb célokra is hasznosítható szénhidrogén-termelésünket és importunkat tehermentesítsük.

## IRODALOM

- [1] Boldizsár T.: 1956. — Measurement of Terrestrial Heat Flow in the Coal Mining District Komló. Acta Technica Acad. Sci. Hung., XV., 219–228.
- [2] Boldizsár T.: 1958. — Geothermic Investigations in the Hungarian Plain. Acta Geologica, V., 245–254.
- [3] Boldizsár T.: 1959. — Terrestrial Heat Flow in the Nagylengyel Oilfield. Publ. Min. Fac. Sopron, XX., 27–34.
- [4] Boldizsár T.: 1964. — Heat Flow in the Hungarian Basin. Nature, 202, 1278–1280.
- [5] Boldizsár T.: 1964. — Terrestrial Heat Flow in the Carpathians. J. Geophys. Res., 69, 5269–5275.
- [6] Cermak C.: 1967. — Results of Geothermic Investigations. Studia Geoph. et Geod. 11, 342–344.
- [7] Lubimova E. A.: 1966. — Ocenka raszpredelenija glubimogo teplovogo potoka. Izdatelstvo Nauka, Moskva, 50–51.
- [8] Boldizsár T.: 1965. — Heat Flow in Oligocene Sediments at Szentendre. Pure and Applied Geoph., Vol. 61. 153–164.
- [9] Boldizsár T.: 1973. — Positive Heat Flow Anomaly in the Carpathian Basin. Data and Method Reviews And Research Notes, Geothermics, Vol. 2, No. 2.
- [10] Terrestrial Heat Flow Data, Published by World Data Center A for Solid Earth Geophysics, Boulder, Colorado (USA), 1976.
- [11] Boldizsár T.: 1962. — Geotermikus energia készletünk hasznosítása. Bányászati Lapok 100. 631–633.

## Lapszemle

Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica, Tom. 10. Fasc 3., 1975

Steiner F.: The proper use of gravitational filters (A gravitációs szűrők helyes alkalmazása) 189 old.

Ádám A. — Wallner Á.: Influence of tectonics on the direction of induction arrows in the Carpathian Basin (A tektonika hatása az indukciós nyilak irányára a Kárpát-medencében) 199 old.

Arnold K.: Laserentfernungsmessungen zum Mond (Lézer-távolságmérések a Holddal kapcsolatban) 207 old.

Verő J. — Wallner Á.: On the diurnal variation of the geomagnetic activity (A Földmágneses aktivitás napi változásáról) 239 old.

Verő J.: Geomagnetic pulsations around impulses (role of the plasmopause) — Földmágneses pulzációk az impulzusok körül (a plazmapauza szerepe) 247 old.

Rokityanskij I. I. — Kulik S. N. — Logvinov L. M. — Shuman V. N.: The electric conductivity anomaly in the Carpathians (Az elektromos vezetőképesség anomáliája a Kárpátokban) 255 old.

Treumann R. — Schäfer K.: Statistical basis for geomagnetic induction theory (Statistikai alap a geomágneses indukciós elmélet számára) 287 old.

Takács L.: Experimental results with the characterization of geomagnetic micropulsations. V. (Kísérleti eredmények a geomágneses mikropulzációk jellemzésére, V. rész) 307 old.

Nagy D.: On gravimetric geoid computations (Graviméteres geoid-számításokról) 321 old.

Cz. Miletus J. — Holló L. — Verő J.: Bibliography of geomagnetic pulsations II (Geomágneses pulzációk bibliográfiája, II. rész) 339. old.

T. G.



# Karotázs-értelmező programrendszer tervezése a TPA 70 számítógépre\*

CZEGLÉDI ISTVÁN\*\* – GELLÉRT TAMÁS – MARKÓ LÁSZLÓ –  
RÉZ FERENC\*\*\*

A számítógépes szelvényadat-feldolgozás fejlesztésében a TPA-70 számítógépre való áttérés szükségessé tette az értelmezési rendszer újra-forgalmazását a TPA 70 adottságainak (interaktív lehetőségek, kis belső memória, mágneslemez háttértár, speciális perifériák) megfelelően.

Ennek kapcsán leírtuk a szelvényértelmezési munka fázisait. Ezzel a számítógépi szelvényadat-feldolgozás geofizikai feladatát fogalmaztuk meg.

Az így kidolgozott geofizikai feladat ismeretében elkészítettük a számítástechnikai rendszertervet, amely tükrözi azt a törekvést, hogy a folyamat rutinszerű fázisait automatizáljuk, de olyan döntések, amelyek az ember számára egyszerűbbek, az interpretátor beavatkozásával történjenek. Erre a TPA 70 tervezett interaktív rendszere ad lehetőséget.

Переход к ЗВМ типа ТВА-70 при развитии обработки каротажных диаграмм на ЗВМ сделал необходимым заново формулировать систему интерпретации в соответствии с особенностями ЗВМ ТРА-70 (интерактивные возможности, малая внутренняя память, внешнее запоминающее устройство на магнитных дисках, специальные периферии).

В связи с этим излагаются фазы работы по интерпретации диаграмм. Тем самым была формулирована геофизическая задача обработки каротажных данных на ЗВМ.

Со знанием разработанной таким образом геофизической задачи был составлен проект системы вычислительной техники, который отражает стремление к автоматизации рутинных фаз процедуры, причем решения, являющиеся относительно простыми для человека, принимаются с вмешательством интерпретатора. Такая возможность обеспечивается предусмотренной интерактивной системой ЭВМ типа ТРА-70.

The change-over with the development of computerized log-analysis to the TPA 70 computer has made the "redrafting of the interpretation system necessary according to the conditions of the TPA 70 equipment (interactive possibilities, background store of magnetic discs, special peripheries).

In the course of this procedure the phases of the log-analysis work have been registered and the geophysical tasks of computerized log-analysis have been formulated.

Taking into account the geophysical problem thus elaborated we prepared a computing system-plan, which reflects the aim for automation of routine-like phases of the process, while decisions which can be made in a more simple way by men should be done through the intervention of the interpreter. For this the projected interactive system of the TPA 70 provides a possibility.

Az utóbbi években különösen megnőtt a szelvényértelmezések szerepe a tároló-kiértékeléseknél. A rezervoárgéológiai feldolgozások és az ezekre épülő leművelés-tervezés egyre több információt igényelnek a tárolóközetekről. A szénhidrogén-iparon belül évente több száz kút egy-egy telepre vonatkozó értelmezését kell ilyen célból elvégezni. A szénhidrogén-kutatással kapcsolatos növekvő feladatok egyre nagyobb igényt támasztanak a szénhidrogén-tárolók kimutatására és előzetes értelmezésére szolgáló operatív értelmezések vonatkozásában is.

Mindezek szükségessé teszik a szelvényértelmező munka számítógépi megvalósítását. Ezen a területen már korábban is jelentős fejlesztő munka folyt, elsősorban a Minszk-32-es számítógépen. A gyorsabb megvalósítás és a megnövekedett feldolgozási igények szükségessé tették, hogy a kőolajipar egy új önálló karotázs célú rendszert hozzon létre. Ebben a munkában az OKGT Geofizikai Főosztálya, az OGIL, az ELGI és a KFKI szakemberei közösen vesznek részt.

\* Elhangzik a MGE Mélyfúrás Szakosztályában 1977-ben

\*\* OKGT Geofizikai Főosztály Budapest

\*\*\* OGIL Budapest



Törekvésünk, hogy a folyamat rutinszerű fázisait automatizáljuk, de olyan döntések, illetve lépések, amelyek az ember számára egyszerűbbek, az interpretátor beavatkozásával történjenek. Erre a TPA 70 tervezett interaktív rendszere ad lehetőséget. Ezt a szempontot az egész folyamatban igyekszünk érvényesíteni. Az értelmezési folyamat főbb fázisai:

1. adatelőkészítés,
2. előértelmezés,
3. értelmezés,
4. eredmények ábrázolása.

A feladat geofizikai megfogalmazását a 2. és 3. fázisra végeztük el.

Az *előértelmezéshez* a mélységileg egyeztetett, fizikai egységekben kifejezett és munkaszalagra rendezetten felvitt szelvény- és kút-adatokat, valamint magadatokat használunk fel. A magvizsgálati adatok szelvénytípusú ábrázolása és a karotázs-szelvényekkel való mélységi összerendelése még nincs megoldva. Mivel a magadatokat felhasználásának nagy fontosságot tulajdonítunk, a *mag és szelvényadatok együttes* felhasználásának megoldására több utat szándékoztunk követni:

1. a magadatokat szelvénytípusú ábrázolásával és szűrésével elsősorban magporozitás-, magpermeabilitás-szelvény készítése és a többi szelvénytípusú való mélységi összerendelése;
2. a magadatokat és szelvényadatokat alapján készült hisztogramok egyeztetése egyes szelvények porozitás-kalibrálására;
3. szakaszátlagok képzése magadatokon (porozitás, permeabilitás,  $m$  kitévő stb.);
4. karotázs- „konstansok” (pl.  $m$  és  $n$ ) és szelvények közötti kapcsolat megteremtése a közettani és közetfizikai változások megfelelő figyelembevételére. Például agyagos tárolókban eddig is jó kapcsolatot találtunk a relatív gamma és a szaturációs kitévő ( $n$ ) között.

Az előértelmezés fenti szakaszában nagy előnyt jelent a rendszerünkbe beépített grafikus display által biztosított ember-gép kapcsolat.

A kút egy-egy nagy összetartozó litológiai egységének kijelölését az értelmező döntésére bízzák. Ezen belül a biztosan vizes rétegek és a biztosan szénhidrogén rétegek elkülönítésében nagy szerepet kapnak a géppel előállított korrelációs diagramok (cross-plotok), megfelelő skálával, illetve skála-transzformációkkal összerajzolt szelvények (*overlay*). Különösen a fajlagos-ellenállás és porozitás-szelvények, a nagy- és kis vizsgálati mélységű fajlagos-ellenállás-szelvények *cross-plotjai* és egymásra rajzolt szelvényei jelentenek segítséget az ilyen szakaszok kiválasztásában. Ilyenek megjelenítését a grafikus display-n tervezzük. Ugyanakkor megvalósítjuk a kút főbb szintjéjére (litológiai egységekre) bontását és a vizes, valamint szénhidrogén rétegek elkülönítését a Szovjetunióban elsőként kidolgozott diagnosztikus-kódok módszerével is.

Az előértelmezés másik fontos feladatát, bizonyos közetfizikai konstansok meghatározását ( $\Delta t_m$ ,  $q_{ma}$ ,  $m$  stb.) és a folyadékjellemzők ( $R_w$ ,  $R_{mf}$ ,  $q_h$  stb.) in situ leszármaztatását a gép a szelvényadatokat egymás közötti és a magadatokhoz való kapcsolatának megállapításával az interpretátor előre megadott utasítása szerint végzi, de az összefüggések (lineáris regresszió, vagy egyéb statisztikus módszer) megállapításában az értelmezőnek döntő szerepe lesz éppen az interaktív beavatkozási lehetőségeken keresztül.



Az előértelmezés ezen szakaszában már bizonyos korrekcióval ellátott szelvényekkel dolgozunk. Így korrekcióval látjuk el a radioaktív szelvényeket az időállandóból és húzási sebességből, a holtidőből és statisztikus ingadozásból eredő torzulásokkal, valamint a lyukhatással szemben. Simítani kívánjuk a mikrolaterolog és akusztikus szelvényeket.

Az előértelmezési szakaszban történik a PS és gamma agyagalapvonal behúzása és a gamma, illetve PS relatív értékének megállapítása pontonként az agyagparaméterek ( $\Delta t_{sh}$ ,  $q_{sh}$ , stb.) megállapítása céljából.

Az előértelmezés befejező lépése a kijelölt rétegsor homogén szakaszokra bontása és a jellemző értékek meghatározása.

Az értelmezési fázis több menetben valósul meg:

Az első menetben a tiszta (agyagmentes) vizes rétegek porozitás-meghatározása történik. A korábbi fázisban megállapított vizes rétegek közül kiválasztjuk azokat a szakaszokat, amelyekben a relatív gamma, a relatív PS vagy más anyaginдикátor által adott érték egy előre meghatározott értéknél kisebb. Az ilyen rétegek alkalmasak arra, hogy a szelvényeket egymással összehangba hozzuk. Például az ilyen rétegekben különféle porozitás-szelvények kb. azonos porozitást kell adjanak. Ezért azok összehasonlítása alapján következtetünk

- a porozitás-összefüggésekben használt mátrix vagy folyadék jellemzők esetleges helytelen értékére,
- a konszolidáltság hiányára,
- esetleges kalibrációs hibákra stb.

Az értelmező a viszonyoktól függően prioritást adhat egyes porozitás-szelvényeknek. Így például a konszolidált kőzetekben prioritása van az akusztikusnak, konszolidálatlan kőzetekben a sűrűség-szelvénynek. Az ilyen tiszta, vizes kőzetekben történik a neutron szelvény porozitás-kalibrálása a nagyobb prioritású porozitás-szelvényhez, magadatokhoz, vagy ha modellezési anyag alapján kalibrálva van, itt történik annak ellenőrzése és szükség szerinti újrakalibrálása.

A második menetben történik a valódi ellenállás-paraméterek meghatározása, ugyanis a vastag agyagmentes, vizes rétegekben lehetőség nyílik a korrekciós anyag segítségével leszármaztatott paraméterek ellenőrzésére, a porozítások alapján. A valódi ellenállás-meghatározás módszerét laterolog- és mikrolaterolog-, illetőleg porozitás-szelvény-kombinációkra dolgoztuk ki olyan esetekre, amely a laterolog számára kedvező. A vastag rétegekben megállapított elárasztási mélységet tételezzük fel a vékony rétegekre is, ahol a rétegvastagsághatásra a laterolog szelvényeket korrigálni kell.

A vékony elárasztott rétegekben közelítő módszert dolgoztunk ki a valódi ellenállás-meghatározásra, alapvetően optimális laterologra és mikrolaterolog-szelvényre alapozva. A valódi-ellenállás-meghatározás ezen módja megköveteli az értelmező állandó ellenőrzését, amelyekhez bizonyos ellenőrzési kritériumokat dolgoztunk ki.

A harmadik menetben történik a tiszta szénhidrogén-tároló rétegek olajos és gázos rétegekre bontása után az olajos rétegek porozitásának meghatározása. Az olajos és gázos rétegek elkülönítése a vizes rétegekben összetranszformált porozitás-szelvények alapján történik. Az ilyen rétegekben a porozitás meghatározásának 5 féle módját dolgoztuk ki és soroltuk fel prioritás szerint. A prioritás szerinti sorrendet az értelmező felülbíráhatja, sőt többféleképpen kapott porozítások egyidejű leszármaztatását kérheti.



A *negyedik menetben* történik az agyagmentes (tisztá) gázos rétegek porozitásának meghatározása. A neutron-, sűrűség-, szónikus- és mikrolaterolog-szelvények különféle kombinációjával a porozitás meghatározás 18 féle módját vettük figyelembe prioritási sorrendben. A porozitás-meghatározás melléktermékeként látszólagos gázsűrűséget is kapunk abban az esetben, ha legalább három porozitás-szelvény áll rendelkezésre, amelyek közül az egyik neutron-szelvény. Erre a látszólagos gázsűrűségre az agyagos, gázos rétegek értelmezésénél szükség lesz, ugyanis feltételezzük, hogy az agyagos rétegekben a gázsűrűség azonos a tiszta gázos rétegekével.

Az *ötödik menetben* történik a tiszta rétegek víztelítettségének meghatározása, alapvetően az Archie típusú formulák alapján. Beépítettünk a rendszerbe algoritmusokat a gáztelítettség meghatározására is. A tiszta rétegek értelmezésének leellenőrzése után az agyagos rétegek értelmezése következik.

A *hatodik menet* az agyagos vizes rétegek porozitásának meghatározását tartalmazza, amelyhez, alapvetően ugyanolyan szelvények alapján mint a tiszta rétegekben, a porozitás meghatározásának 9 féle módját dolgoztuk ki. Ezek közül a nagyobb prioritású módszerek két porozitás-szelvény kombinációján alapulnak. Az agyagos kőzetekben ezen kombinációs módszerek alkalmazásából a porozitáson kívül agyagtartalmat is kapunk. Az agyagtartalmaknak az agyagindikátorokkal, alapvetően a természetes gammából kapott agyagtartalommal való összehasonlítása alapján megállapítjuk a természetes gamma, vagy más agyagindikátor és az agyagtartalom közötti legvalószínűbb kapcsolatot. Erre az agyagos szénhidrogénés rétegek értelmezésénél van szükség.

A *hetedik menetben* történik az agyagos, olajos és gázos rétegek bizonyos kritériumok alapján történő szétválasztása után az olajos rétegek porozitásának meghatározása, amelynek 7 módját vettük figyelembe.

A *nyolcadik menetben* történik az agyagos, gázos rétegek porozitásának meghatározása, amely az agyagra történő korrekció után megegyezik a tiszta rétegek értelmezésével.

A *kilencedik menetben* történik az agyagos rétegek víztelenítettségének meghatározása, amelyhez többféle modellt alkalmazunk. Ezek között vannak olyan modellek, amelyek az agyageloszlás módjától függetlenül alkalmazhatók, így például a Komarov és a Simandoux formula. Vannak olyanok, amelyek csak csíkozott- vagy diszperz-agyagosságra ajánlottak, vannak olyanok, amelyek közelítő jellegűek és kisebb adatigényűek.

A *tizedik menetben* történik a víztelítettség-adatok ellenőrzése, amelynek módszereit még nem dolgoztuk ki, azonban az ismert ellenőrzési módszereken kívül magadatokkal, illetve rétegvizsgálati adatokkal való ellenőrzés kidolgozását tervezzük.

Rendszerünkben tervezzük közvetlen célfeladatok megoldását, így pl. az izovól-paraméter vagy a kőzetmechanikai tulajdonságok szelvényekből való leszámaztatását szolgáló programokat is.

### *Számítástechnikai rendszerterv*

A KÉR programrendszer funkciójukat tekintve három különböző programcsomagból épül fel (1. ábra).







3. Különbféle nyilvántartások egyszerű kikérésére legyen lehetőség, vagyis mind a gép mellett interaktív munkát folytató szelvényértelmező szakember, mind a *KÉR* programrendszer egyes szegmensei egyszerű hivatkozásokkal tudjanak tájékoztatást kapni az adattárban levő adatállományról, illetve az adatállomány egyes speciális jellemzőiről.
4. Az adatszolgáltatás kellő időben történjen, vagyis az adattári rendezés olyan hatékony algoritmusokkal, gépi programokkal legyen megvalósítva, amelyek a gép mellett ülő szakembert, illetve a *KÉR* értelmező program megfelelő szegmensét 10 sec-on belül szolgálják ki a keresett adathalmazmal.

Ez a feltétel amiatt kritikus a *TPA 70* kis számítógépnél, mivel a belső memória viszonylag kis kapacitású és így módon a kívánt adatoknak a kikeresése gyakori mágneslemezhez való fordulással jár együtt.

5. Gazdaságos gép és információ-hordozó használat valósuljon meg, vagyis olyan tömörített kódolási alak kerüljön kidolgozásra a szelvényadatokra és az egyéb kútmérési adatokra, amely lényegesen csökkenti az egy adat leírására fordított bitek számát. A fenti módon megfelelő tömörítő, illetve szétbontó algoritmusok és gépi programok segítségével a mágneses-, illetve papír anyagú (archiválás) háttér-memória volumenét és a számítógép belső memóriájának a terhelését jelentősen, várhatóan mintegy harmadrészére lehet csökkenteni.
6. Adatbiztonság a véletlen felülírással szemben, vagyis az egyes adatblokkok és az adattári programrendszer olyan együttműködést valósítson meg, amely megakadályozza azt, hogy a törzs adatállományból törlésre kerüljenek az elsőrendű fontosságú kútmérési adatok.
7. Interaktív üzemmód biztosítása, vagyis az adattárhoz való fordulás esetén a kívánt adathalmazt a gép közvetlenül – különböző szerkesztőmenetek kiiktatása mellett – automatikusan bocsássa a hivatkozó program eljárás adatmezejének rendelkezésére.
8. Egyszerűsített módon lehessen hivatkozni a feldolgozási munkában résztvevő adathalmazra, vagyis a *KÉR* programfeldolgozó, illetve grafikus vagy nyomtatást végző eredmény kijelző szegmensei a Fortran nyelvben szokásos adat-leíró szimbólumokkal azonosíthassák az egyes részadathalmazokat.
9. Különböző karbantartó programok és szolgáltató rutinok az adatállomány hibátlanságának, javításának, aktualizálásának stb. megvalósítása érdekében.

## 2. Monitor programcsomag

Ennek a programcsomagnak a feladata az egész feldolgozási folyamat megszervezése, a feldolgozás menetének ellenőrzése és a kiadásra kerülő vég-eredmények levizsgálása, illetve a megfelelő output biztosítása. A fenti feladatoknak megfelelően a monitor-csomag 3 programszegmensre bomlik:

### 2.1. Feldolgozás-előkészítő program

A monitor-csomag ezen legnagyobb programszegmense biztosítja az adott kút, esetleg kutak feldolgozásához szükséges interpretációs szegmensek, illetve az adatbázis meghatározását. A következő sorrendben határozza meg a feldolgozás jellegét és biztosítja a szükséges információk táblázatok összeállítását:



- Lekérdezi az operátort az adott feldolgozás jellegéről: interaktív vagy automatikus. Az interaktív feldolgozás feltételezi az interpretátor jelenlétét a futtatás során, míg az automatikus üzemmód egy előre elkészített információs-paraméter-lyukszalag segítségével biztosítja a programnak a szükséges információkat.
- A program különbséget tesz egy-kutas, illetve több-kutas feldolgozás között. A rendszer alapvetően a kutankénti feldolgozás céljait szolgálja, ugyanakkor lehetőséget biztosít egy-egy részfeladat (egy-egy interpretációs szegmens) több kúton való alkalmazására.
- A feldolgozást előkészítő monitor-program lehetőséget biztosít a feldolgozási stratégia automatikus meghatározására. Ez esetben az interpretátornak csupán a kért meghatározandó eredmény-paramétereket kell megadnia és az adott eredmények meghatározását elvégző interpretációs szegmensek összeállítását a feldolgozáshoz a monitor program automatikusan végzi. Ehhez belső eljárás-táblázat áll rendelkezésre, melyben valamennyi lehetséges eredmény paraméterhez rögzítésre került az adott eredmény előállításához szükséges interpretációs szegmensek kódszáma, valamint egy prioritási érték, amely lehetővé teszi, hogy a különböző mélységű és emiatt különböző adatigénnyel jelentkező interpretációs eljárások is alkalmazásra kerülhessenek az adott szelvényezettségi, valamint litológiai feltételeknek megfelelően.
- A program lehetőséget biztosít az automatikusan kijelzett adathiány esetén a hiányzó szelvény- vagy egyéb adatok adattártól független, menet közbeni megadására lyukszalagról vagy konzol írógépről.
- Több-kutas feldolgozás esetén a program egy kútlistát (táblázatot) állít össze azon kutakról, amelyek a kért feldolgozási lépéshez megfelelő adatbázissal rendelkeznek, és a feldolgozás a későbbiekben az ezen listában szereplő kutakra terjedhet ki.
- Az összeállított adatigénytáblázat alapján a program aktivizálja a megfelelő adattári programot, mely az adatlehozatalt és az ezzel kapcsolatos transzformációkat elvégzi.

A fentiek alapján a feldolgozáshoz szükséges szelvény és kútdatok a törzs-adattárból munkatárba kerülnek, ahonnan az egyes interpretációs szegmensek részére elérhetők.

## 2.2. Feldolgozás-vezérlő és -ellenőrző program

Ezen monitor-program feladata a rendszer interpretációs programjainak megfelelő sorrendben való aktivizálása, az általuk szolgáltatott eredmények interaktív ellenőrzésének biztosítása. Az ellenőrzési feladatot, tekintettel az interpretációs programok geofizikai funkciójának és szolgáltatott adatstruktúrájának eltérő voltára, csak többféle, az egyes interpretációs szegmensekhez rendelt szubrutinnal tudja ellátni.

## 2.3. Általános output program

A program feladata, hogy az egyes interpretációs programok által szolgáltatott eredményeket a lehetséges interaktív ellenőrzés szempontjai szerint osztályozza, meghatározza a vizuális megjelenítésre kerülő adattömböket, valamint a szükséges output-perifériát (széles nyomtató, plotter, lyukszalag), illetve kiválassza az archiválásra kerülő végeredményeket.



Végso lépésben behívja az adattári eredmény-felvívó programot, amely a végeredmények törzs-adattárba juttatását biztosítja.

### 3. Interpretációs programcsomag

Ehhez a csomaghoz tartozik valamennyi, a mélyfúrási geofizikai értelmezést (adatelőkészítés, előértelmezés, értelmezés) végző program. Ezen programok az input-adat-szükségletüket a monitor-feldolgozás vezérlő és ellenőrző programjától kapott információs táblázat alapján a munkaadattárból közvetlenül biztosítják. Az általuk szolgáltatott értelmezési eredmények ugyancsak a munkaadattárba kerülnek felírásra.

A tervezett programrendszert kiszolgáló gépi konfiguráció jelenleg van installálás alatt. A számítógépi hardware részletes ismertetése egy másik tanulmány tárgyat képezi.

## Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz, 9/109/évf. 5. sz. 1976 május

*Csikly Gábor:* A nagyalföldi kőolaj- és földgázkutatás 30 esztendeje, 157–158 old.

A beszámoló jól hangsúlyozza a geofizikai kutatások szerepét az előkészítő kutatások során. Az első, aránylag csekély eredményeket felmutató tíz év után „a geofizikai mérések egyre javuló eredményei alapján a kutatási munkálatok súlypontja fokozatosan áthelyeződött a Szeged környéki medencére, s itt fedeztük fel 1965-ben Algyőn a Nagyalföld, egyben az ország legnagyobb kőolaj- és földgázelőfordulását.”

Befejezésül a szerző az évfordulóra emlékezve tisztelettel adózik azok emlékének, akik már kidőltek a sorból és eltávoztak körünkben. Leszögezi, hogy az eredmények mögött „geofizikusok, geológusok, mérnökök, fúró- és termelőmesterek serege áll.”

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz, 9/109/évf. 7. sz., 1976. július

*T. Kovács G.:* A Szeged alatti szénhidrogén-kutatás geofizikai-geológiai lehetőségei, problémái és eredményei, 193–197 old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz, 9/109/évf. 9. sz., 1976. szeptember

*Markó László – Gellért Tamás:* A túlnyomásos szénhidrogéntároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel, 257–262 old.

A tanulmány rövid áttekintést ad arról a kétéves munkáról, mely a túlnyomásos tárolók mélyfúrási geofizikai szelvényekkel való kimutathatóságát vizsgálta. A mintegy 50 fúráson végzett vizsgálat a legjellemzőbb területekről ad számot, bemutatva a lehetőségeket és nehézségeket. Míg a vizsgált esetek kb. 60%-ában a szelvények alapján ki lehetett mutatni a túlnyomás tényét, addig az ún. normál trendtől való eltérés mértéke és a túlnyomás nagysága között egyértelmű mennyiségi kapcsolatot nem lehetett megállapítani.

*Iharos Miklós – Csath Béla:* Állami szénhidrogén-kutatások Karcag térségében 1927–1930 között, 276–283 old.

A régi fúrássok érdekes leírása után a cikk kiterjeszkedik a területen újabban végzett kutatásokra és azok eredményeire is („Mit csináltak az utódok” címmel). A kutatás megindításával és a fúráshelyek kijelölésével kapcsolatban a cikk hangsúlyozza Pávai Vajna Ferenc szerepének fontosságát.

T. G.



# Szeizmikus kísérleti mérések az „AIR-GUN” rengéskeltő berendezéssel\*

RUMPLER JÁNOS – SZILÁGYI LAJOS – VÁRKONYI LÁSZLÓ\*\*

A szeizmikus módszer fejlődésének egyik jellemző vonása a robbantóanyag nélküli energiaforrások egyre szélesebb körű alkalmazása. Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemnek lehetősége nyílt arra, hogy az „air-gun” szárazföldi változatával az ország területén kísérleti méréseket végezzen, (a „Bolt” Associates Inc, USA cég berendezésével). A cikk ismerteti az air-gun működési elvét, főbb jellemző paramétereit és a kísérleti méréseket. Végül a hazai alkalmazási lehetőségeket foglalja össze.

За последнее время сейсмические источники невзрывного типа получают все более широкое распространение.

Геофизическое Предприятие Треста Нефтяной и Газовой Промышленности совместно с американской фирмой БОЛТ провело экспериментальные работы с источниками типа воздушный удар. В статье описан принцип работы источника, его главные параметры, методика полевых работ и дальнейшие возможности его практического применения.

In seismic prospecting it is characteristic to see the ever increasing use of non-dinamitic energy source for seismic signal generation. The OKGT Geophysical Exploration Company in cooperation with the Bolt Associates, Inc. of USA carried out field testing for data acquisition using land air-gun on Hungarian territory.

The paper contains descriptions of the air-gun signal generation system, some of the characteristic parameters as well as the results of the field tests. Finally, the possibility of routine use in Hungary has been discussed.

## I. Bevezetés

Az utóbbi években világszerte terjed a szeizmikus kutatásban a nem robbantással működő hullámforrások alkalmazása. 1975 szeptemberében a „Bolt Associates Inc. USA”\*\*\* bemutató méréseket végzett az OKGT GKÜ-nél egy air-gun rengéskeltő berendezéssel. A bemutató mérések folyamán két rövidebb vonalszakaszt mértünk végig az air-gun-nal. E vonalszakaszokon robbantásos szeizmikus méréseket is végeztünk.

## II. Az air-gun működéséről

Az air-gun hullámforrást eredetileg a tengeri szeizmikus kutatásnál alkalmazták. Később fejlesztették ki a szárazföldön is alkalmazható változatokat.

Az eljárás alapja: nagy nyomású (100–200 atm.) levegőt engednek ki a gun-t körülvevő vízbe. A felszabadult energia nyomáshullámként terjed a folyadékban.

Működését az 1. ábrán mutatjuk be.

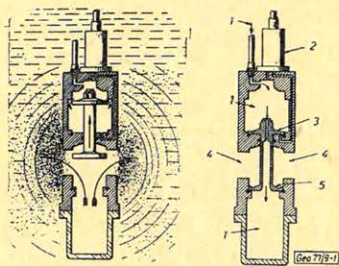
A lövésparancsra a szerkezet felső részén elhelyezett szolenoid összenyitja a nagynyomású levegő terét az edény oldalában levő furattal. A nagynyomású levegő megüti és megemeli a kettős szelep felső szeleptányérjának alját, ez indítja a levegő robbanásszerű kiáramlását, ami a típustól függően 1–4 ms alatt befejeződik és a feltöltés folyamata kezdődik előlről (2. ábra).

\* Elhangzott 1976. ápr. 29-én az MGE Felszíni Geofizikai Szakosztályának ülésén.

\*\* OKGT Geofizikai Kutatási Üzem Budapest

\*\*\* Az 1., 2., 3., 4. ábrákat a Bolt cég kiadványaiból vettük át.





1. ábra. Az air-gun működése  
Jelmagyarázat: 1. Magas nyomású levegő.  
2. Szolenoid szelep. 3. Indító szelep. 4.  
Moog dugattyú. 5. Nyitó szelep.

Рис. 1. Схема действия установки  
Обозначения: — 1. Воздух под высоким давлением, — 2. Соленоидный клапан, — 3. Пусковой клапан, — 4. Движущий поршень, — 5. Открывающий клапан.

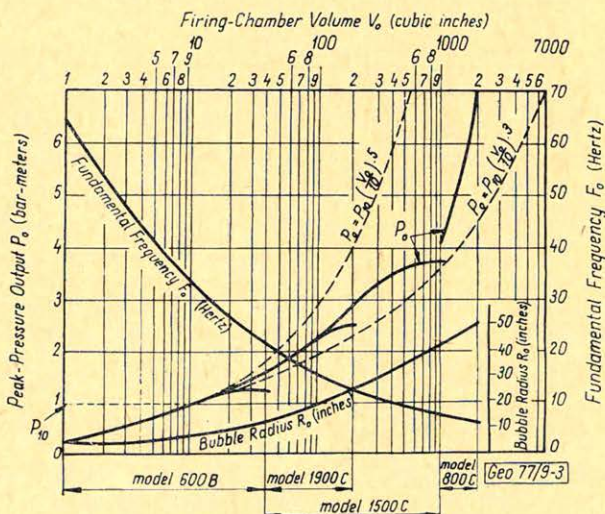
Fig. 1. Air-gun operation.

Legend: 1. High pressure air. 2. Solenoid valve. 3. Triggering piston. 4. Port. 5. Firing piston.

3. ábra. A mérés 60 m mély vízben történt, 140 atm. működési nyomással. Az air-gun mélysége 9 m, észlelési mélység 23 m.

Рис. 3. Замер произведенный в водном резервуаре глубиной 60 метров, при рабочем давлении в 140 атм., Глубина погружения установки 9 м., глубина замера 23 метра.

Fig. 3. The measurement took place in water, its depth 60 M, operating pressure 140 Atm, air-gun depth 9 M, hydrophone depth 23 M



2. ábra. A 600B típusú air-gun modell, és a hozzá csatlakoztatható edények. A számok az edény térfogatát jelzik in<sup>3</sup>-ben

Рис. 2. Модель установки типа 600 В с присоединяющимися сосудами. Числа означают ёмкость сосудов в кубических дюймах

Fig. 2. Air-gun model 600B and firing chambers. Number denote chamber volume in cubic inch.

A „Bolt” cég által kiadott leírások szerint a „gun”-nak négy alaptípusát gyártják, a 600B, 1900B, 1500C és 800B típusokat. Ezek alakjukban és méretükben térnek el egymástól. A felsorolás sorrendjében növelhető a kimenő egysegni energia. Az egyes típusokhoz változó méretű edények csatlakoztathatók. Az edény méretének és a kimenő jel sajátosságainak összefüggését mutatja a 3. ábra. Az ábrázolt görbék adott körülmények között történt mérés alapján mutatják a csúcsfrekvencia, csúcsnyomás és a buborék sugarának változásait az edény térfogatának növelése függvényében. A csúcsnyomás-



növekedés görbéjének méretéből látható, hogy a típustulajdonságok korlátot szabnak a hozzájuk csatlakoztatható edény méret-növelésének, mivel bizonyos ponton túl nem növekszik a csúcsnyomás.

A felsoroltakon kívül egyéb, nagyobb teljesítményű air-gun-ok is ismertek.

A tengeri szeizmikus kutatásnál a gun-okat néhány *m*-re a víz felszíne alatt helyezik el és ott történik a jelgerjesztés. Általában egyidejűleg több, különböző kimenő energiájú gun-nal dolgoznak, ezek súlyozott csoportosításával javítják a kimenő jel tulajdonságát.

A mocsaras, nehezen megközelíthető területen, ill. sekélyvízben történő mérésekre fejlesztették ki a *DHS* (Down-hole source) változatokat, amelyek az alaptípustól csak annyiban különböznek, hogy a speciálisan kiképzett kifúvó nyílások megakadályozzák az iszap és egyéb szennyeződések bekerülését a gun-ba.

Az *LSS* (Land seismic source) jelű változatok a szárazföldi méréseknél alkalmazhatók. Az előző változatoktól eltérően a gun-t körülvevő természetes vizet itt egy harangba töltött víz helyettesíti. Ebben a zárt térben történik a levegő robbanásszerű kiengedése. A víz és a talajra helyezett fémtalp között rugalmas, vastag műanyag lemez van. A kiáramló levegő hatása a vízen és a rugalmas lemezen keresztül megüti a talajra szorított fémlapot, ez adja át az energiát. Egy ilyen rengéskeltést „*pop*”-nak neveznek, a továbbiakban ütésnek fogjuk hívni (4. ábra).

A nálunk járt változat, az *LSS* – 3. típus, terepjáró gépkocsira volt szerelve. Össztömege (gépkocsi nélkül) kb. 2 tonna, ebből a mozgó rész 1,6 tonna. A szerkezet magassága 214 cm, átmérője 135 cm. A felszínnel érintkező felület 6600 cm<sup>2</sup>. A harangba egy 600B típusú air-gun van beszerelve 40 inch<sup>3</sup>-es edénnyel.

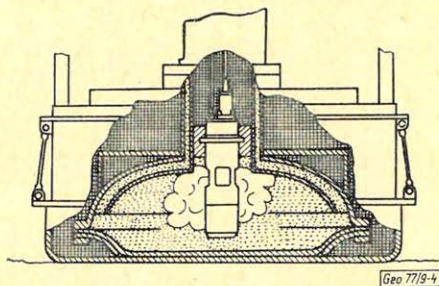
A szerkezetet a „*Bolt*” cég kiállította a 20. Geofizikai Szimpóziumon, fényképe megtalálható a *XVI. évf. 5. számában*.

A magasnyomású levegőt a gépkocsi motorja által meghajtott kompresszor állítja elő. A gun működéséhez 14–140 atm. nyomású levegő szükséges. A harang térfogata 150 liter, amit egyszeri feltöltés után kb. 1000 ütésenként kell 5–10 liter vízzel utántölteni.

140 atmoszférás működési nyomással egy ütés kb. 800 mkp. energiát közöl a talajjal. Az indítójel és az ütés idejének eltérése maximálisan 0,25 msec. Két ütés között a szerkezet újbóli feltöltése miatt minimálisan 6 sec-ot kell várni.

### III. Terepi mérések

Két alföldi, mélyföldtanilag egymástól eltérő felépítésű területen végeztünk kísérleti méréseket. A felszínközeli rétegek felépítése a hullámkeltés



4. ábra. A szárazföldi változat működése

Рис. 4. Действие установки на суше.

Fig. 4. Operation of Land Seismic Source



szempontjából kedvező mindkét vonalon. A 0,5–1 m vastag termőtalaj alatt homokos agyag található.

Az *Fl–I* jelű szelvényt a flis aljzatú területen készítettük, Kisújszállás környékén. A pannon kori üledékek fekéje 1600–1800 m közötti mélységben található a szelvény mentén, ez 1,5–1,7 sec. körüli időértéknek felel meg.

Alatta 1–200 m vastagságú, miocén korú, többnyire vulkáni eredetű képződmény található. Ez települ a paleogén korú flisre, amelynek vastagsága nem ismeretes.

A *Sze–I* jelű szelvényt Fábiansebestyén térségében mértük. A kiválasztott szelvényszakaszon a legmélyebb kijelölhető szint 3,2–3,3 sec körüli, feltehetően a paleozoós kristályos kőzetről származik, (kb. 5200 m-nek felel meg). Fölötte 2,8 sec-nál valószínűleg a mezozoós kőzetről származó reflexió található (kb. 4000 m). A pannon-miocén határ 2,4 sec-nál 3200 m körüli mélységnek felel meg.

A mérések paramétereit az *I. táblázatban* közöljük.

Szelvény	Hullámkeltés	Geofonköz	Offset	Fedés sz.	műszer típus
<i>Fl–I. robb.</i>	15 m 6 kg	50 m	25–1175	6×	DFS–IV
<i>Fl–I. A.G.</i>	10 11 22 11 10 50 m	50 m	25–1175	6×	DFS–IV
<i>Sze–I. robb.</i>	15 m 10 kg	60 m	2130–750	12×	DFS–III
<i>Sze–I. A.G.</i>	15 15 15 15 15 60 m	60 m	1770–390	12×	DFS–IV

A *DFS–III.* műszernél a szűrő áteresztési sávja 18–124 Hz, a *DFS–IV.*nél 12–124 Hz. A *Sze–I* robbantásos mérést 1974-ben készítettük, az *Fl–I*-en egyidejűleg végeztük a kétféle mérést. Az egy csoportban elhelyezett geofonok száma 24 volt, területi elrendezésben, 50, ill. 60 m-es vonalmenti bázissal. Az *Fl–I*-en 64 ütés összegével pótolunk egy robbantásos felvételt; elhelyezésük 50 m-es bázison a táblázat szerinti súlyozott elrendezésben. A *Sze–I*-nél a 75 ütest 60 m-es bázison, egyenletesen elosztva végeztük.

Mivel terepi összegzőnk nem volt, minden ütésből külön felvételt készítettünk. Ezek összegzését utólag a számítóközpontban végeztük el.

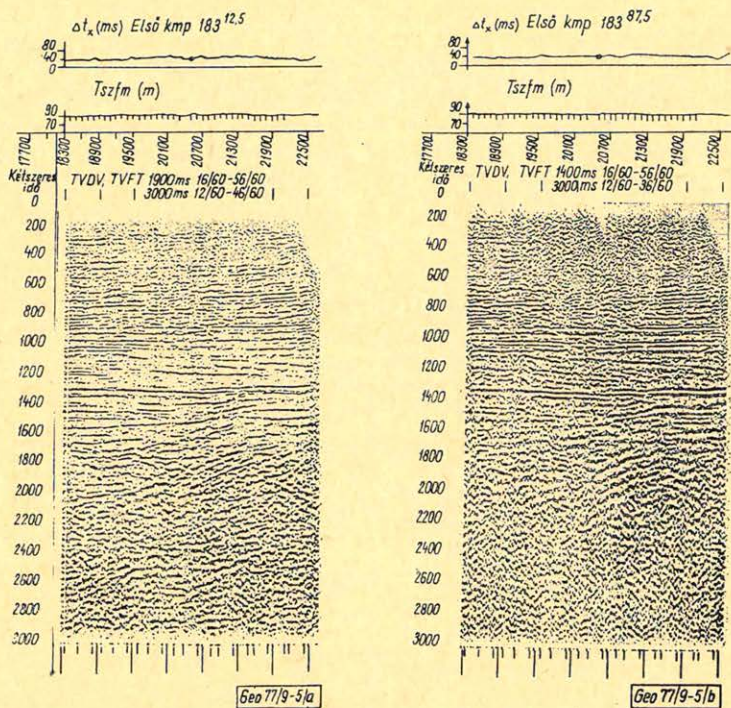
Az 5. és 6. ábra az *Fl–I* és a *Sze–I* jelű vonalak air-gun és robbantásos időszelvényeit mutatja be. A szelvényekből látható, hogy megfelelő feldolgozási műveletek alkalmazásával mindkét eljárással azonos eredményt értünk el a lehatolás és a jel/zaj viszony vonatkozásában.

#### IV. Az air-gun alkalmazhatósága a hazai szénhidrogén kutatásban

Az elvégzett kísérleti mérések alapján az alábbiakban foglalhatjuk össze tapasztalatainkat:

Két kedvező felszíni, de eltérő mélybeli felépítésű területen a robbantásos és az air-gun mérésekkel közel azonos értékű mérési eredményeket tudunk elérni.





5. ábra. Az Fl-1. szelvény robbantásos (a) és air-gun (b) változata

Рис. 5. Профиль Fl-1, наблюдаемый взрывным и воздушно-ударным методами возбуждения.

Fig. 5. The explosion (a) and air-gun (b) versions on profile Fl-1

Figyelembe kell azonban venni, hogy az air-gun méréseknél nem használtuk ki maximálisan a lehetőségeket. A jel/zaj viszony javításának még vannak lehetőségei az ütések számának növelésével, az elhelyezésük bázis változtatásával, illetve súlyozásával, nagyobb teljesítményű air-gun használatával.

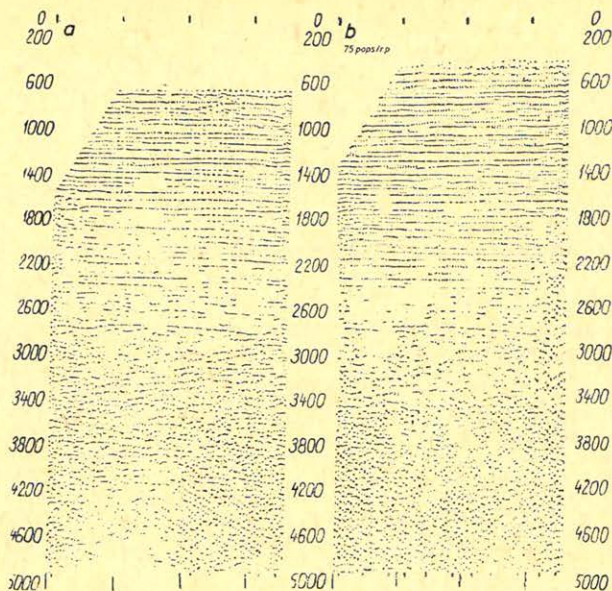
Több szerkezet szinkron üzemeltetésének nyilvánvaló előnyeit sem használhattuk ki. Megfelelő csoportosítással ugyanis a forrás-oldalon jelentősen javítható a jel/zaj viszony. Ugyanakkor a szükségesnél kisebb offsetek alkalmazásával a felszíni zavarhullámokat és a többszörös reflexiók hatását nem tudtuk kiküszöbölni.

Lazább felszíni felépítésű, ill. dombos területen nem végeztünk kísérleteket, így ilyen irányú tapasztalataink nincsenek. Hazai, szénhidrogénkutatásra alkalmas területeink nagyobb része a kísérletre kiválasztott területekhez hasonló felszíni felépítésű. Az elvégzett kísérletekből arra következtethetünk, hogy várhatóan e területeken megfelelő air-gun-paraméterekkel a robbantásos mérésekkel azonos értékű eredmény érhető el.

*Az air-gun gazdasági, technológiai előnyei a robbantásos technikával szemben:*

- Egy air-gun-nal felszerelt szeizmikus csoporttal (három vagy négy működő berendezéssel) legalább azonos teljesítmény érhető el, mint egy azonos számú fúróberendezéssel dolgozó robbantásos csoporttal.
- Hozzávetőleg azonos értékű berendezéssel jelentős anyag- és létszám-megtakarítással érhető el ugyanaz az eredmény. Robbantásos csoport-





6. ábra. A Sze-1. szelvény robbantásos (a) és air-gun (b) változata

Рис. 6. Профиль Sze-1, наблюдаемый взрывным и воздушно-ударным методами возбуждения.

Fig. 6. The explosion (a) and air-gun (b) versions on profile Sze-1

nál legalább 20 fő foglalkozik a fúrási – robbantási munkákkal, a három air-gun kezeléséhez 6 fő elegendő.

- Kezelése és működése egyszerű és üzembiztos, munkavédelmi szempontból is előnyösebb, kevesebb a baleseti forrás.
- Olyan területek is jobban megközelíthetők, ahol a robbantásos módszer biztonsági okokból nem alkalmazható.
- A robbantási munkákkal együttjáró környezeti ártalmakat az air-gun használatával elkerüljük.
- Költségnövekedés nélkül kivitelezhető az optimális területi forrás-elrendezés.
- Alkalmazásával lehetőség van különféle típusú három dimenziós szeizmikus mérések végrehajtására.

#### Az air-gun hátrányai:

- Laza felszíni felépítésű, dombos területen valószínű, hogy kisebb hatásokkal alkalmazható.
- Használata esetén szükséges a felvevőműszert terepi összegző egységgel kiegészíteni.
- Air-gun berendezések jelenleg csak tőkés importból szerezhetők be.

**Összefoglalva:** az air-gun bevezetését hasznos lépésnek tartanánk a hazai szénhidrogénkutató szeizmikus mérések elkövetkező időszakában.

Szükségesnek tartjuk azonban megismerni az egyéb nem robbantásos, impulzusszerű jelet adó berendezéseket, amelyekről eddig főként csak irodalmi ismereteink vannak.



# „AIR-GUN” és robbantásos gerjesztésű mérések összehasonlítása\*

DÖRNYEI PIROSKA – KASZNER ERNESZTIN –  
SÁGHY GYÖRGY – VÉGES ISTVÁN\*\*

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem 1975-ben két különböző vonalon air-gun és robbantásos gerjesztésű összehasonlító méréseket végzett. A dolgozatban a mérések eredményeit és az eredményekből közvetlenül levonható következtetéseket ismertetjük.

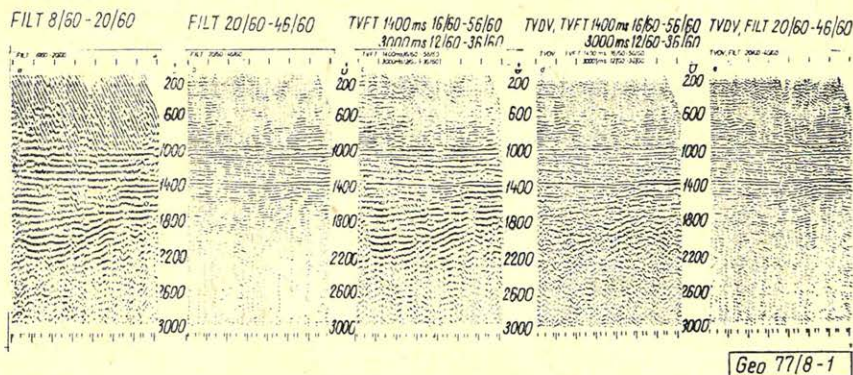
В 1975 ом году в Геофизическом Предприятии Треста Нефтяной и Газовой Промышленности были проведены опытные работы для сравнения влияния сейсмических источников типа взрыв и воздушный удар (эрган). В статье публикуются результаты работ и даются соответствующие выводы.

In 1975 the Geophysical Exploration Co. of the Hungarian Oil and Gas Trust made some comparative tests on two profiles with explosion and air-gun seismic sources.

In the article the results of these tests are shown and some direct conclusions have been drawn.

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem a Tiszagyenda – Túrkeve – Bucsá – Karcag (FI) és Szentés – Fábiánsebestyén (Sze) kutatási területek egy-egy vonalszakaszán air-gun és robbantásos gerjesztésű összehasonlító méréseket végzett. A mérések feldolgozásának eredményeit és az eredményekből levonható következtetéseket ismertetjük.

Először tekintsük át az FI–I vonalon végzett méréseket. Az 1. és 2. ábrákon az air-gun és a robbantásos mérési anyag 5–5 feldolgozott időszelvényét láthatjuk. Az 1. ábra az air-gun, a 2. ábra a robbantásos mérési anyag feldolgozási eredménye.



1. ábra – puc. – Fig.

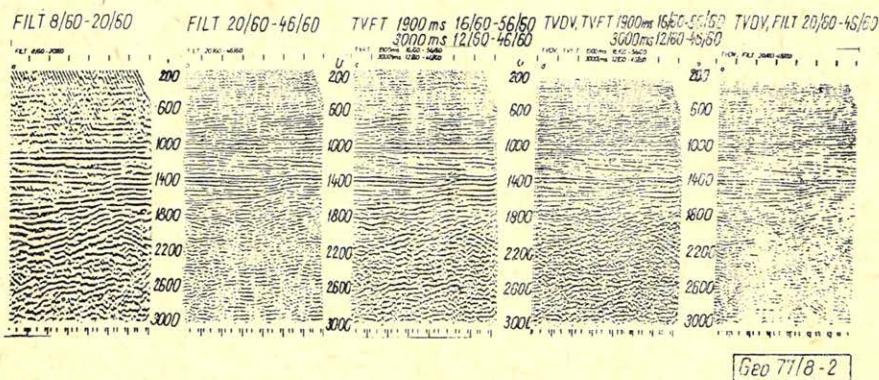
Az a, illetve b ábrák állandó 8–20 Hz, illetve 20–46 Hz-es időben állandó szűrővel szűrt összegidőszelvényeit, a c ábrák az időben változó szűrővel szűrt, a d ábrák a dekonvolvált összegidőszelvény időben változó szűrővel szűrt, az e

\* Elhangzott 1976. ápr. 29-én az MGE Felsőfokú Geofizikai Szakosztályának ülésén.

\*\* OKGT Geofizikai Kutatási Üzem Budapest



ábrák pedig a dekonvolvált összegszelvény  $20-46\text{ Hz}$ -es szűrővel szűrt szelvényét mutatják. Az összehasonlításnál figyelembe kell venni, hogy bár min-két szelvény nominális fedésszáma azonosan,  $6x$ -os, az air-gun szelvényből a nagyon zajos (általában a hullám-keltési ponthoz közeli) csatornákat kihagy-tuk, így a tényleges fedésszám sok csatornán csak  $4-5x$ -ös. Az összevetésből az alábbiakat állapíthatjuk meg:



2. ábra - puc. - Fig.

1.  $0$  és  $900\text{ ms}$  között az air-gun szelvényen a fázistengelyek lényegesen szakadozottabbak, mint a robbantásoson, ami főként az alacsony-frekvenciás, ground-roll jellegű zaj hatásának tulajdonítható.
2. Kb.  $900$  és  $2000\text{ ms}$  között az air-gun és a robbantásos szelvények minőségében és értelmezhetőségében nincs jelentős eltérés.
3.  $2000-2200\text{ ms}$ -nál nagyobb időknél az air-gun szelvényeken lényegében csak alacsony-frekvenciás zaj van, míg a robbantásos szelvényen rövidebb szakaszokon korrelálható fázistengelyek is vannak, bár ezek természetére vonatkozóan nem tudunk semmit mondani.
4. A dekonvolúció mind a robbantásos, mind az air-gun anyagnál javította a szelvény felbontottságát és ez kifejezettebb az air-gun esetén.

Az air-gun mérésű szelvények relatíve alacsonyabb-frekvenciás jellegét már az 1. és 2. ábra összevetéséből is látni lehet.

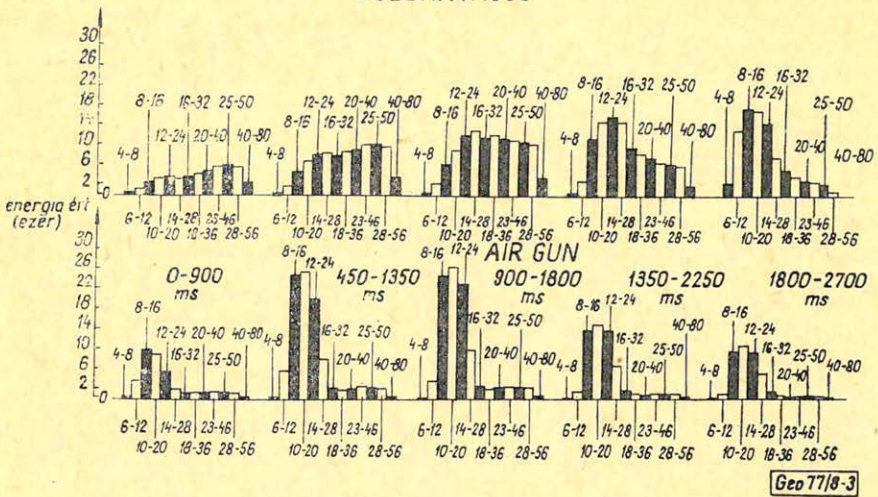
A 3. ábrán ezt még szemléletesebben látjuk, ahol az air-gun és robbantásos összegidőszelvény 3. összegfelvételére vonatkozóan a különböző frekvencia-sávokban mért átlag-energia-értékek hisztogramjait mutatjuk be, több idő-ablakra.

Az ábrából látható, hogy az air-gun szelvény energiájának jelentős része mindvégig a  $8-20\text{ Hz}$ -es frekvencia-tartományban összpontosul, míg a robbantásos szelvényénél kb.  $1500\text{ ms}$ -ig a  $10-40\text{ Hz}$ -es sávban viszonylag egyenletesen oszlik el, és csak  $1500\text{ ms}$ -nál nagyobb időknél koncentrálódik jobban a  $10-20\text{ Hz}$ -es sáv határai közé.

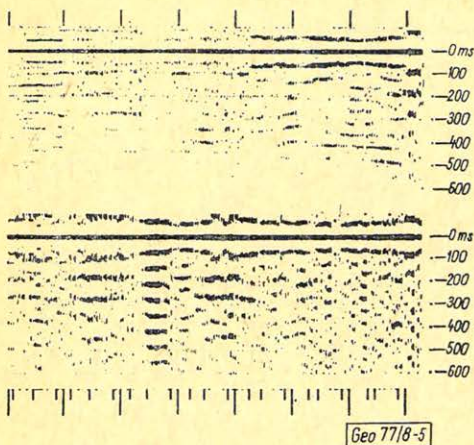
Itt rá kell mutatni arra, hogy az egyszeres felvételek összegzés előtt AGC jellegű amplitúdó-kiegyenlítésnek voltak alávetve. Ezért az összenergia az egyszeres felvételek mentén időben konstansnak tekinthető. Valamint emlékeztetni kell arra, hogy a stacking-művelet elsősorban a koherens energiát őrzi meg.



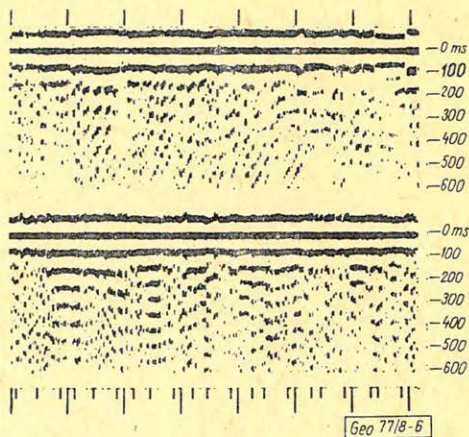
# ROBBANTÁSOS



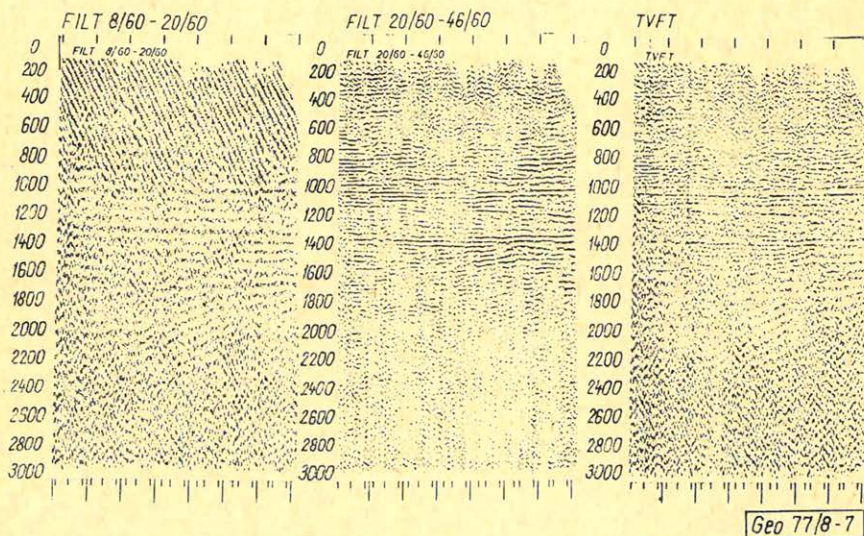




5. ábra — puc. — Fig.



6. ábra — puc. — Fig.

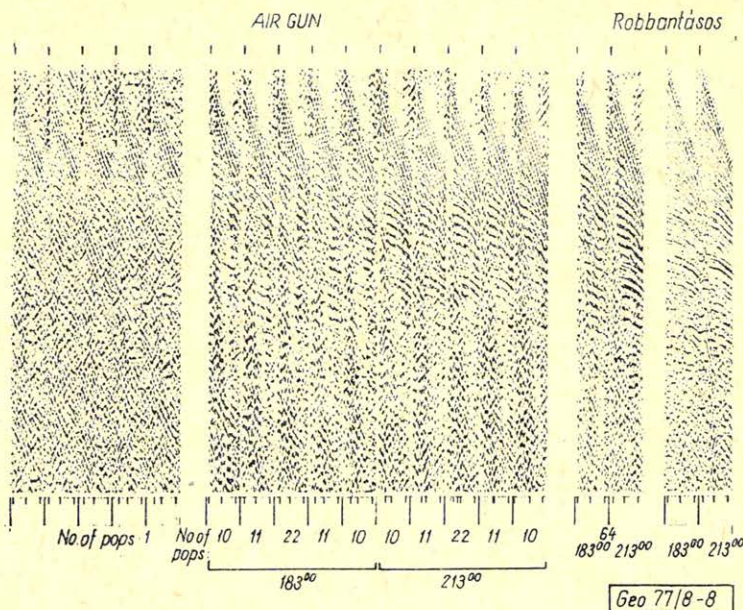


7. ábra — puc. — Fig.

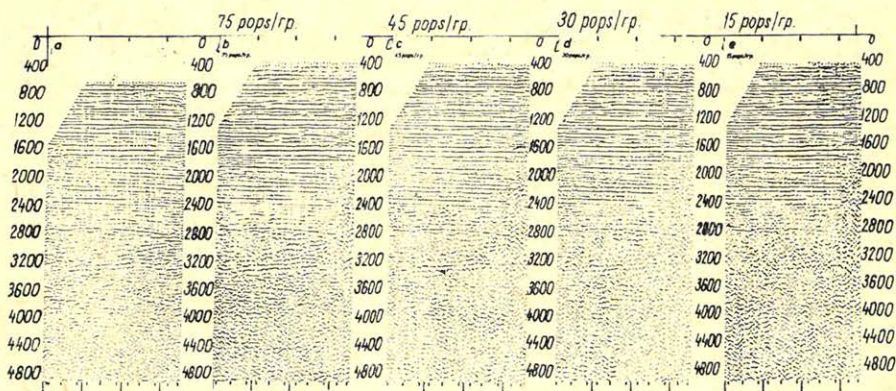
Az 5–6. ábrán a robbantásos és az air-gun szelvény 2–2 időablakban számított autokorelációs szelvényei láthatók. Ezeken legszembevetőbb, hogy az air-gun szelvénynél az autokorelációs függvény első oldalmaximumának az alapmaximumhoz viszonyított relatív értéke jelentősen nagyobb, mint a robbantásosnál. A jelenség összhangban van a 3. ábra energiaspektrumával.

A 7. ábrán olyan összszelvény 3 különböző szűrővel szűrt változatait mutatjuk be, amely csak a névleges hullámkeltési ponton végzett 22 ütés vertikális összegzésével készült. Ebből megállapítható, hogy már 22 vertikális összegből is viszonylag értékelhető szelvényt nyerhetünk. Az 1 és 7. ábrák összevetéséből látható a szelvény javulása 22-ről 64-re megnövelt ütésszámmál.





8. ábra - puc. - Fig.



9. ábra - puc. - Fig.

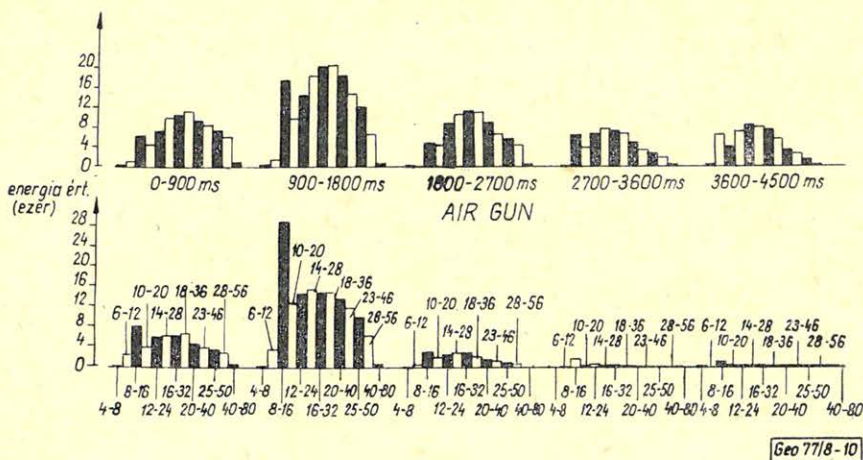
A 8. ábrán szóló air-gun ütések demultiplikált és amplitúdó-szabályozott visszajátszásait és különböző számú vertikális összegeket mutatunk be, összehasonlítva a megfelelő robbantásos szeizmogramok demultiplikált és amplitúdó-szabályozott visszajátszásaival.

A Sze-I vonalon végzett összehasonlító méréseknél utalnunk kell arra, hogy ezek nem egyidejűleg készültek és a műszerek, valamint a terítési rendszer sem azonos, viszont a Sze kutatási területen a medence-mélység nagyobb, mint az FI területen.

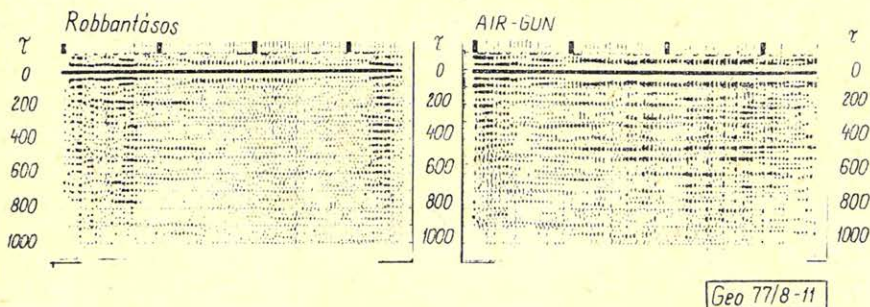
A 9. ábrán a robbantásos és a különböző számban vertikálisan összegzett air-gun hullámkeltésű szeizmogramok 12x-es fedésű időben változó szűrővel



# ROBBANTÁSOS



10. ábra — puc. — Fig.



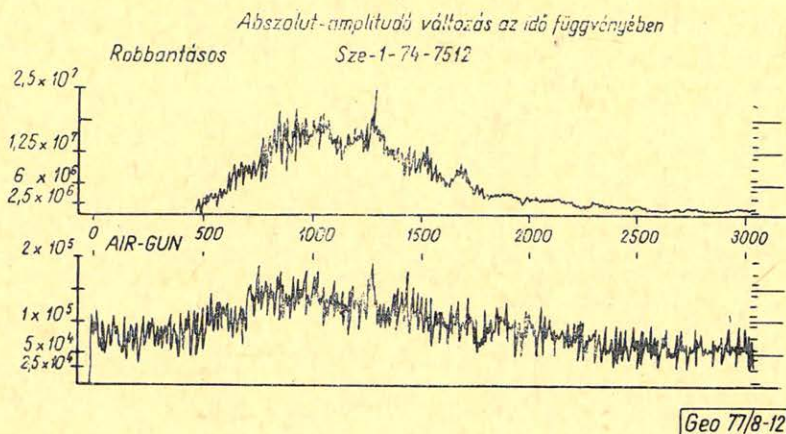
11. ábra — puc. — Fig.

szűrt összegidőszelvényeit mutatjuk be. A 9/a ábrán a robbantásos, a 9/b ábrán a 75 ütéses, majd a c, d, e ábrákon rendre a 45, 30 és 15 ütéssel nyert időszelvényeket láthatjuk.

Megállapítható, hogy mintegy 3,6–3,7 secundumig a robbantásos és a 75 ütéses air-gun szelvény jó egyezést mutat. Az air-gun szelvényen a fázistengelyek követhetősége nem, vagy alig rosszabb, mint a robbantásos szelvényen. A b–e ábrákból látható, hogy az ütésszám csökkenésével elsősorban a nagyobb időknél romlik a fáziskövethetőség, de kb. 2,2 szekundumig még a 15 ütéses szelvény is értékelhető.

A 10. ábrán a robbantásos és az air-gun összegszelvények 2. összefelvételének különböző frekvenciasávokban mért átlag-energia hisztogramjait láthatjuk több időablakra. Ezen a szelvényen az energia-spektrumok alakjában az air-gunnál nincs olyan éles eltérés a robbantásoshoz viszonyítva, mint az F1 szelvényeken, sőt inkább jó egyezésről beszélhetünk. Ami az abszolút energiának a különböző időablakokban való változását illeti, a kép hasonló az F1–I-en tapasztalthoz, vagyis az air-gun szelvényen a nagyobb időknél a relatív energia-





12. ábra — puc. — Fig.

csökkenés nagyobb, mint a robbantásos szelvénynél. Ismét figyelembe véve, hogy az összegzés előtt amplitúdó-szabályozás történt, a jelenségből itt is arra következtethetünk, hogy a koherens-energia-összenergia viszony az idő növekedésével erőteljesebben csökken az air-gun szelvényt képező egyszeres felvételeken, mint a robbantásos felvételeken.

A 11. ábrán a robbantásos és az air-gun szelvény azonos időablakban készült autokorrelációs szelvényeit láthatjuk.

Az air-gun autokorrelációs függvények csillapodása itt is gyengébb, mint a robbantásos függvényeké, de a csillapodásbeli eltérés kisebb, mint az *Fl-1* szelvényen.

A 12. ábrán egy-egy 24 csatornás robbantásos és air-gun vertikális összegfelvétel korrekció nélkül összegzett amplitúdóinak abszolút értékeit ábrázoltuk lineáris léptékben. Figyelembe véve a különbséget a *DFS-III* és *DFS-IV* fix erősítésében, az átlagos maximális amplitúdó viszonyára a robbantásos és 75 air-gun-ütés esetén ugyancsak 2–1 körüli értéket kapunk, mint az *Fl-1* vonalnál.

Az eredményeket összefoglalva a következőket állapíthatjuk meg. Mindkét kutatási területen az air-gun kísérleti anyagból a feldolgozás során olyan jel-zaj viszonyú összegidőszelvényt sikerült nyerni, amely a kutatás számára érdekes időintervallumban a robbantásos szelvénnel lényegében egyenértékű. Ezen az alapon az air-gunnal való hullámkeltést gyakorlatilag is perspektivikusnak tekinthetjük, hiszen az elvégzett kísérletek még nem is merítették ki a lehetőségeket a szinkron üzemelhető air-gun egységek és a mérési rendszer vonatkozásában.

További következtetés lehet, hogy különböző közelfelszíni szeizmogeológiai viszonyú területeken a robbantásos és air-gun mérések között különböző eltérések lehetségesek.

Tehát az air-gun mérések sajátosságait elsősorban air-gun kísérletekből lehet és kell az adott területen meghatározni.



## DR. VENDEL MIKLÓS

1896 – 1977

1977. február 7-én rövid szenvedés után elhunyt **Vendel Miklós** akadémikus, nyugalmazott egyetemi tanár, a földtani tudományok belföldön és külföldön egyaránt ismert és elismert nagy művelője és egyénisége, Egyesületünk alapító tagja, akinek halálával pótolhatatlan veszteség érte a magyar tudományos életet.

Csak az ősszel ünnepeltük 80.-ik születésnapját, s amikor a tiszteletére rendezett díszvacsorán az ország minden tájáról összesereglett barátai, tanítványai és tisztelői őszinte szeretetétől övezve az ősz Mester meghatott szavakkal köszönte meg a feléje áradó jókívánságokat és ajándékokat, még nem gondoltuk, hogy e szavak már egyben az Élettől búcsúzás szavai is lesznek. Nem gondolta ő maga sem, hiszen még tele volt tervekkel, megvalósítandó, dédelgetett, tudományos álmokkal. És bár e tervek már nem valósulhattak meg, hisszük, utolsó álma mégis békés és nyugodt lesz, hiszen megtette, mi tőle telhető volt, s megvalósított munkáival is ércnél maradandóbb emléket állított magának.

Munkássága igazán a felszabadulás után teljesedett ki, ekkor volt alkotó erejének teljében, és ekkor kapta kitüntetéseinek túlnyomó részét is. A földtani kutatásban elért eredményeiért 1950-ben a Magyarhoni Földtani Társulat neki ítélte a Szabó József emlékérmét. Addigi életműve nagy elismerése volt 1961-ben a Kossuth-díj. Az egyetemen végzett kimagasló oktató és nevelő munkája alapján 1953-ban megkapta a „Felsőoktatás kiváló dolgozója” kitüntetést. 1954-ben a Szocialista Munkáért Érdeméremmel, 1966-ban pedig a Munkaérendrend Aranyfokozatával tüntették ki. Sorban megkapta a Bányászati és Kohászati Egyesület Mikoviny, Zorkóczy és Scholtz emlékérméit is. A külföldi, főleg osztrák szakkörökkel fennálló szoros tudományos és baráti kapcsolatainak elismeréseképpen 1958-tól a Geologische Gesellschaft in Wien tiszteleti tagja, s ugyancsak tiszteletbeli tagjává választotta 1976-ban az Österreichische Mineralogische Gesellschaft is. A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem – melynek bányamérnöki karán 35 éven át volt tanszékvezető tanár Sopronban – 1976-ban tiszteletbeli doktorává avatta.

Az egyetemi katedrán eltöltött tekintélyes ideje alatt a bánya-, bányakutató-, kohó-, erdő-, geológus-, geofizikus- és geodétamérnökök egész generációját oktatta és látta el alapvető szakmai tudással és hivatásszeretettel.

Rendkívüli vonzódása szakmája iránt nem jelentett a szó nemtelen értelmében vett szakbarbárságot, mert sok minden más is érdekelt, így a művészetek terén átlagosnál jóval nagyobb műveltsége volt, s a szépirodalomtól a zenén át egészen a sportig minden érdekelt, ami csak szép és nemes ezen a világon. Szeretett élni, szeretett alkotni, szeretette az embereket, és a közösség javára áldozta egész életét és munkásságát. Kivételesen szép és nagy életművet hagyott ránk.

Híven megőrizzük eszméit és szellemi hagyatékát!

*(Részletek Dr. Kisházi Péter gyászbeszédéből)*



# Egyesületi hírek

*Tájékoztató a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1977. évi nagyrendezvényeiről.*

A Magyar Geofizikusok Egyesülete hagyományos vándorgyűlésének színhelye ez évben a szabad királyi várossá nyilvánításának 700. évfordulóját ünneplő *S O P R O N* városa lesz.

A 9. *Geofizikai Vándorgyűlés* – melynek házigazdája és főrendezője az MGE soproni csoportja – az általános geofizika és a földtani ill. nyersanyagkutatás kapcsolatait tűzte napirendjére. A vándorgyűlés keretében mind a hazánk nyersanyagszükségletének illetve ásványi eredetű energiahordozóinak biztosításában fontos iparágak vezetői, mind az általános geofizika ebből a szempontból számításba jövő tudományterületeinek képviselői feltárják az ipar által támasztható igényeket és a tudományos kutatások eredményeinek alkalmazási lehetőségeit.

A kétnapos rendezvény alatt – 1977. ápr. 28 – 29-én – a résztvevők a napirenden szereplő szakelőadások mellett megismerhetnek az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetének munkájával és a patinás város nevezetességeivel is.

Egyesületünk ez évi másik nagyrendezvényének előkészületeiről a rendezőbizottság 1977. január 25-én Brno-ban megtartott ülésének jegyzőkönyve alapján adunk tájékoztatást.

A 22. *Geofizikai Szimpóziumot* 1977. szeptember 13 – 17 között Prágában, a *Károly Egyetem Természettudományi fakultásán* rendezi meg a Brno-i „*GEOFIZIKA*” Vállalat, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, valamint a bolgár, lengyel, és NDK-beli geofizikai szervezetek társrendezésével.

A Szimpózium tárgya: Az alkalmazott geofizika – az ásványi nyersanyaglelőhelyek felkutatásának korszerű módszere. A tárgykörön belül az ércek és egyéb nyersanyagok geofizikai kutatása hidrogeológiai, építőipari és mérnökgeofizikai vizsgálatok, a szénhidrogénkutatás korszerű geofizikai módszerei, valamint a regionális és mélyszerkezeti geofizikai és tektonikai kutatások kerülnek előszörban az érdeklődés középpontjába. Az előadásokra két, párhuzamos szekcióban kerül sor.

A szimpózium rendezvényeihez tartozik a nemzetközi geofizikai műszerkiállítás, szocialista országok geofizikai műszergyártóinak és nyugati cégek részvételével, valamint a Prágától ÉK-re fekvő térség geológiai és kulturális nevezetességeit bemutató tanulmányi kirándulások.

A magyar előadók tíz előadásban számolhatnak be a témakört érintő legújabb kutatási eredményeikről. A szimpóziumon megtartott előadásokat a főrendező gyűjteményes kiadásban jelenteti meg 1978. első felében.

A 22. Geofizikai Szimpóziumon a Magyar Geofizikusok Egyesületén keresztül biztosítható a részvétel.

Nagy Zoltán

## Lapszemle

*Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* 109. évf., 10. sz. 1976. okt.

Bodoky Tamás – Lajgut Jenő – Sedy Loránt – Szeidovitz Győzőné: Andezitáttörések előrejelzése bányabeli szeizmikus mérésekkel, 671 – 675 old.

A cikk a Nógrádi Szénbányák Ménkesi Bányauzemében átvilágítási eljárással végzett bányabeli kísérleti szeizmiikus méréseket ismerteti, melyeket andezit áttörések kimutatása érdekében folytattak.

*Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz* 10 (110) évf. 1. sz. 1977. január.

Csaba József: 25 éves a nagylengyeli olajmező, 30 old. Az ilyen címmel megjelent jubileumi kiadvány ismertetése.

*Kőolaj- és Gázipari Tájékoztató* 1976. 1. sz., Az OKGT és a NIMDOK közös kiadása. Budapest 1976. 158 old. 23 ábra, nagyszámú táblázat.

A hatalmas információ-tömeget adó összeállítás nagyjából a megszokott alakban és beosztással jelent meg: a szerkesztők (Varga József, Szegesi Károly és Varga Géza) közül ezúttal hiányzik Binder Béla neve. Geofizikai szempontból a legérdekesebb két fejezet a B) rész (Hazai közlemények) I. (A szénhidrogén-bányászati tevékenység értékelése) és II. (Szénhidrogén-kutatás fúrással), melyek a geofizika szerepéről is áttekintést nyújtanak a IV. ötvenes tervidőszak folyamán.

T. G.



Geotimes Vol. 21. No. 8., 1976. augusztus.

W. M. Turner: Hydrology of great sedimentary basins in Budapest. (A nagy üledékes medencék hidrológiája. Budapesten, 23 old.)

Beszámoló a Budapesten május 31. – június 4. között tartott nemzetközi szimpóziumról, mely a nagy üledékes medencék hidrológiájával foglalkozott. A szerző, aki résztvett a konferencián, áradozó szavakkal emlékezik meg a résztvevők kedvező tapasztalatairól mind szakmai, mind vendéglátási tekintetben. Érdemes a cikkből egy-két mondatot fordításban közölni. Mindjárt a bevezetés így szól: „Budapest, a Duna királynője, Keleteurópa Párisa...”.

A helykilasztás szakmai szempontjával kapcsolatban így nyilatkozik a szerző: „Budapest volt a legjobb hely a szimpózium számára már csak azért is, mert a nagy üledékes medencékben végbemenő mély-vízfolyások hidrodinamikájának megismerését jórészt magyar kollégáinknak köszönhetjük a Kárpát medencében a legutolsó 100 év folyamán kifejtett munkásságuk eredményeképpen....

És a magyar vendéglátásról ezt írja: „A Szimpózium résztvevői valamennyien élvezték a magyar nép csodálatos vendégszeretetét és – lehetőségeik maximális kihasználásával – az utolérhetetlen magyar konyhát.” „Valamennyien visszatérünk majd Magyarországra.”

Földtani Kutatás XIX. évf. 4. sz., 1976.

A füzet az 1976. március 29–31. között a Magyar Állami Földtani Intézetben tartott Országos Földtani Anket előadásait tartalmazza, a következő felosztásban:

Dank Viktor: A magyarországi szénhidrogén-földtani kutatás értékelése és perspektívái. 3–10 old.

Somfai Attila: A pannon medence magyarországi területén feltárt csapdatípusok osztályozása, a litológiai és sztratigráfiai csapdatípusok kutatásának lehetőségei. 11–18. old.

Molnár Károly: A digitális szeizmika szerepe a korszerű szénhidrogén kutatásban 19–22 old.

Kókai János: Fúrásból vett kőzetminták vizsgálata és szénhidrogénföldtani értékelése 23–26 old.

Müller Pál: A Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet feladatai a szénhidrogén előkutatásában, valamint a módszer- és műszerfejlesztésben 27–29 old.

Széles Lajos: A földtani szolgálatok feladatai a kutatási tervek megvalósítása, értékelése a szénvagyon-meghatározás és gazdálkodás szempontjából 31–33 old.

Pólai György: Az V. ötéves terv földtani kutatási feladatai a mecseki szénmedence területén. 35–37 old.

Gerber Pál: A dunántúli gyűjtőerőművel kapcsolatos földtani kutatás, valamint a termelést segítő vízvédelmi és bányaföldtani feladatok a Tatabányai Szénbányánál 39–42 old.

Juhász András: A Borsodi Szénbányák földtani kutatási feladatai az V. ötéves tervidőszakban, valamint a termelési kutatás helyzete és problémái 43–45 old.

Madai László: A Magyarországi lignitkutatás helyzete 47–49. old.

Somssich Lászlóné: Az OFKFKV felkészülése az V. ötéves tervidőszak földtani kutatási feladatainak ellátására 50–53 old.

Földtani Közlöny 106. kötet, 2. sz. 1976.

Csikó Gábor: Böck Hugó szerepe és jelentősége a magyar szénhidrogén-kutatásban, 115–124.

Műszaki Élet XXXI. évf. 24. sz. 1976. november 24.

Robbantás nélküli szeizmikus kutatás, 11 old.

Interview Rumpel Jánossal, az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem osztályvezetőjével, aki válaszolt a kérdés jelenlegi állását a nemzetközi kutatásban és beszámolt a vibroseis módszer hazai alkalmazásának eddigi előkészületeiről. A bevezetésre kiválasztott módszerrel történő rezgéskeltésnek számos előnye van szakszempontból is, de különösen fontos az a körülmény, hogy a vibráció-keltő berendezésekkel 8–10 méterre megközelíthetők károkozás veszélye nélkül a lakott helyek, a termelő olajmezők kényes berendezései, ipari létesítmények stb., a termelékenység pedig 2–3-szorosa lehet a hagyományos robbantásos eljárásának. Némi hátrányt jelent az, hogy a berendezés drága és a bonyolult elektro-hidraulikus-mechanikus rendszer kezelése különösen jól képzett szakszemélyzetet igényel.

Ilyen berendezések már vannak az országban és folynak az előkészületek az új eljárás lehetőségeinek kutatási feladatainkkal való összehangolására és a mérési módszereknek a hazai körülményekhez való adaptálására.

T. G.



Műszaki Élet XXXI. évf. 27. sz. 1976. dec. 31.

Rónai András: A Nagyalföld hatékonyabb földtani kutatása, 7. old.

A szerző interview keretében számol be a Nagyalföld földtani feltérképezése érdekében 12 év óta folyó munkálatok menetéről és eredményeiről.

T. G

## Könyvszemle

**Annual Report 1975, Geophysical Observatory Tihany**, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet kiadványa, szerkesztő: Szabó Zoltán, technikai szerkesztő: Nagy Magdolna, 95 oldal.

A litografált füzet tartalma:

Bevezetés: 5–6 old. Mágneses mérések: 7–81 old. Whistler megfigyelések: 83–95 old.

**Geophysical Observatory Reports of the Geodetical and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 1975.**

Kiadja: Somogyi József igazgató. 118 old., 2. ábra.

A Nagycenki obszervatóriumban folyó munkák 1975. évi eredményeit tartalmazó kiadvány az előző évihez képest megnövekedett terjedelemben és tartalommal jelent meg, és a szokványos adattáblázatokon kívül Bencze P., J. Horváth és Márcz F. egy cikkét is tartalmazza. A fejezetbeosztás a következő:

Előszó 3 old.

Földi áramok 5–62 old.

Földmágnesség 63–68 old.

A mágneses elemek óráértékei 69–79 old.

Légköri elektromosság 80 old.

A potenciálgradiens óráközepei 81–107 old.

P. Bencze – J. Horváth – F. Márcz: Új berendezés az ionoszférikus abszorpció mérésére 113–118 old.

T. G.



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ж. Караш — З. Надь — М. Пажит:</i> Новые возможности метода МТ в связи с применением цифровых техник	41
<i>А. Грайтнер:</i> Тепловой поток Земли в с. Эделень	48
<i>И. Цегледи — Т. Геллерт — Л. Марко — Ф. Рез:</i> Планирование программой системы для интерпретации каротажных диаграмм для ЭВМ типа ТРА-70	56
<i>Й. Румплер — Л. Силадьи — Л. Варконьи:</i> Опытные сейсмические работы с установкой воздушно-ударного возбуждения сейсмических волн (ЭРГАН)	64
<i>П. Дёрньеи — Э. Каснер — Г. Шаги — И. Вегеш:</i> Сравнение источников возбуждения типа взрыв и воздушный удар (Эрган)	70
Обзор журналов и книги	47, 55, 63, 78
Новости в Общества Венгерских Геофизиков	77

## CONTENT

<i>Mrs. Zs. Karas — Z. Nagy — Mrs. M. Pázsit:</i> New possibilities of the magnetotelluric method applying digital techniques	41
<i>A. Greutter:</i> Terrestrial Heat Flow at Edelény	48
<i>I. Czeglédi — T. Gellért — L. Markó — F. Réz:</i> Planning of loganalysis programme system for the computer TPA 70	56
<i>Rumpler — L. Szilágyi — L. Várkonyi:</i> Field experiments with land air-gun seismic source	64
<i>Mrs. P. Dörnyei — Mrs. E. Kaszner — G. Sággy — I. Véges:</i> Test profiles with explosion and air-gun seismic sources	70
Review of papers and books	47, 55, 63, 78
News about the Association	77

## MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest, Lenin körút 9-11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert Igazgató

77.122. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében



